manual programado de FÍSICA FUNDAMENTAL

JAY OREAR

LIMUSA WILEY

Puntos notables de este libro:

- Aclara y enseña los conceptos básicos de la Física por medio del novedoso sistema de instrucción programada que proporciona al estudiante un conocimiento inmediato de lo que ha entendido.
- Cada estudiante puede trabajar a un ritmo distinto, siguiendo la pauta de un texto que se ajusta a sus necesidades y nivel de dificultad.
- En todo momento el estudiante puede rectificar sus respuestas; esto refuerza su aprendizaje y lo prepara para el paso siguiente, dándole la oportunidad de corregir sus errores.
- Al final del libro, se proporciona un juego adicional de hojas de respuestas desprendibles, a fin de que el estudiante cuente con una referencia rápida.

MANUAL PROGRAMADO DE FISICA FUNDAMENTAL

Manual programado de

FISICA FUNDAMENTAL

Jay Orear

Profesor de Física
de la Universidad de Cornell

EDITORIAL LIMUSA - WILEY, S. A.
México
1971

PROLOGO

SOCRATES: *"Pero, si ni los que saben ni los que saben que no saben, se equivocan, sólo quedan aquéllos que no saben y creen que saben."*
ALCIBIADES: *"Sí, solamente aquéllos."*
SOCRATES: *"Entonces, esto es ignorancia de una clase vergonzosa que es dañina."*

Este manual programado hace uso de algunos de los últimos recursos, desarrollados en el dinámico campo de la instrucción programada. Tiene varias ventajas sobre los libros de texto y libros de trabajo convencionales, así como sobre otros tipos de libros de trabajo programados; algunas de ellas son las siguientes:

1. La cita anterior de Platón nos advierte que uno de los peligros que corren muchos estudiosos consiste en no saber, pero creer que se sabe. Uno de los principales propósitos de este libro es mostrar a estas personas qué es, exactamente, lo que no saben. La experiencia adquirida con la primera edición de este manual programado demostró que una de sus principales ventajas es que proporciona al estudiante un medio seguro para discernir lo que entiende de lo que no ha entendido. Conforme trata de resolver problemas, puede comprobar inmediatamente su respuesta con la correcta.
2. Cada estudiante puede trabajar a su propio ritmo y nivel de dificultad. Cuando alguno tiene tropiezos, automáticamente se le da material más sencillo y explicativo; de vez en cuando a los estudiantes más avanzados o talentosos se les presentan conceptos más profundos y difíciles. Cada uno sigue su propio camino a través del material, ya que la secuencia de los cuadros se ajusta a sus necesidades.
3. En este manual, los estudiantes nunca se pierden cuando tratan de resolver problemas complicados, con largas series de razonamientos. Por lo tanto, pueden solucionar problemas largos o difíciles que no podrían hacer en otros libros. Cualquier persona, por sí sola, es capaz de dominar bastante bien la física, si utiliza este manual como suplemento de un libro de texto.[+]

[+] Este manual programado se preparó como complemento del libro FISICA FUNDAMENTAL, segunda edición, de Jay Orear, John Wiley & Sons, Inc. Nueva York, 1967, publicado en español por Limusa-Wiley, S. A. México, 1970.
El formato de este manual se basa parcialmente en las sugerencias del Dr. G Vanderhaeghe.

4. Los cuadros anteriores y la información necesaria se encuentran casi en la misma página, y se pueden consultar, al pasar al cuadro que sigue. Este es un recurso muy útil para la programación de física y matemáticas. Muchas otras máquinas de enseñanza no son aptas para esto. Se supone que casi todos los libros programados y máquinas de enseñanza son autosuficientes y, por consiguiente, no proporcionan al estudiante los medios convenientes para consultar el material anterior. En ciencias y matemáticas, por lo general, el tema que se estudia depende, en gran parte, de ese material, por lo que se requiere presentarlo de una manera concisa y lógica para facilitar la consulta rápida. Los medios que se proporcionan en este caso para la exposición del tema y referencia se encuentran en su libro de texto, que es autosuficiente, no el programa.

JAY OREAR

Ithaca, Nueva York
Agosto de 1968

INSTRUCCIONES

Todos los espacios para respuestas deben llenarse y cuando hay que seleccionar entre varias respuestas, determine cuál es la correcta y subráyela. Al final de cada capítulo, se encuentran hojas con todas las respuestas y al final del libro hay un duplicado de las mismas. Estas pueden desprenderse para contar con una referencia rápida. Observe que, en estas hojas, las respuestas no están por orden. Sin embargo, cualquier respuesta puede localizarse rápidamente refiriéndose al número guía que está a la derecha de cada espacio para contestar.

En el cuadro de ejemplo que se muestra a continuación, hay dos espacios con los números guías 27 y 13, respectivamente. Después de llenar el primero de ellos, compruebe su respuesta, consultando el número 27 de la hoja de respuestas del capítulo I. Encontrará que es *cuatro*. Por lo tanto, *cuatro* es la respuesta correcta. En seguida, pase al segundo espacio y subraye una de las dos palabras: *derecha* o *izquierda*. Para comprobar, compare su respuesta con la del número guía 13 de la misma hoja, que viene a ser la palabra *izquierda*. Por consiguiente, *izquierda* es la respuesta correcta.

Cuadro de ejemplo

1-1	Para multiplicar por 10^{-4}, corra el punto decimal _____ lugares	27
	a la [derecha ; izquierda].	13
	Si es incorrecto, pase a 1-3 ; si es correcto, pase a 1-5	

Observe que las instrucciones de la parte inferior de cada cuadro, le indican dónde tiene que continuar. A veces, el orden de los cuadros se alteró deliberadamente. No desarrolle los cuadros por orden numérico, a menos que las instrucciones lo indiquen así. Algunos de los cuadros (incluyendo el ejemplo) contienen lo que se denomina ramificación. Esta instrucción significa que, aunque haya una sola respuesta equivocada, debe pasar al cuadro 1-3 (capítulo 1, cuadro 3); si todas sus respuestas en el cuadro son correctas, pase al cuadro 1-5 (capítulo 1, cuadro 5). En la programación ramificada cada estudiante sigue su propia sucesión de cuadros, que es la más adecuada para sus necesidades. Por ejemplo, en el capítulo 2, el programa tiene 4096 caminos distintos; si cada uno de estos caminos se sigue con probabilidad comparable, existe aproximadamente una oportunidad en 4000 de que, al terminar usted el capítulo 2, uno de sus amigos lo haya completado de la misma manera. En efecto, es casi imposible que dos libros de trabajo se llenen de igual forma.

Muchas de las preguntas son bastante fáciles para que el estudiante promedio las

conteste correctamente (aunque, a veces, hay preguntas en las que se espera que casi todo mundo se equivoque). Si usted mismo nota que hay más respuestas incorrectas, algo anda mal. Muchas respuestas incorrectas, probablemente, significan que usted va demasiado de prisa y adivina en vez de pensar. NUNCA ADIVINE, ESTUDIE CUIDADOSAMENTE CADA PROBLEMA ANTES DE CONTESTAR.

En este manual, el programa está diseñado estrictamente para estudiar por sí mismo. En consecuencia, las ventajas de este manual programado se perderán y usted desperdiciará su tiempo, si estudia en compañía de otro u otros estudiantes.

Debe llenar todos los espacios para respuesta que encuentre en el texto. Algunos cuadros, tales como el ejemplo, requieren más de una respuesta.

CONTENIDO

CAPITULO 1. Introducción, 11

CAPITULO 2. Cinemática, 19

CAPITULO 3. Dinámica, 37

CAPITULO 4. Gravitación, 53

CAPITULO 5. Impulso angular y energía, 65

CAPITULO 6. La teoría cinética, 85

CAPITULO 7. Electrostática, 97

CAPITULO 8. Electromagnetismo, 115

CAPITULO 9. Aplicaciones eléctricas, 143

CAPITULO 10. Movimiento ondulatorio y luz, 159

CAPITULO 11. Relatividad, 175

CAPITULO 12. Teoría cuántica, 197

CAPITULO 13. Teoría atómica, 211

CAPITULO 14. Estructura de la materia, 225

CAPITULO 15. Física nuclear, 237

CAPITULO 16. Física de partículas, 249

INTRODUCCION

1-1 En este capítulo se hace un repaso rápido de las matemáticas utilizadas en esta obra para el estudio de la física. Este corto programa es suficiente para quienes dominan las matemáticas de los dos primeros años de educación media. Sin embargo, el programa no basta para enseñar dos años de matemáticas a los que, en realidad nunca las aprendieron.

Antes de presentar los problemas, las reglas generales para el uso de exponentes se establecerán sin pruebas:

Para multiplicar, sume los exponentes: $A^m \times A^n = A^{m+n}$

Para dividir, reste los exponentes: $\frac{A^m}{A^n} = A^{m-n}$

Para elevar a la enésima potencia, multiplique el exponente por N:
$(A^m)^N = A^{Nm}$

Para extraer raíz enésima, divida el exponente entre N:
raíz enésima de $A^m = (A)^{\frac{m}{N}}$

Pase al 1-3.

1-2 No siguió las instrucciones. Si lo hubiera hecho, no habría llegado a este cuadro. En general, los cuadros de este programa no están en orden consecutivo. El orden correcto se obtiene, siguiendo cuidadosamente las instrucciones que aparecen al final de cada cuadro.

Regrese al 1-1.

1-3 Un quinto de 10^{-5} es: [10^{-1} ; 2×10^{-6} ; 5×10^{-5} ; 2^{-5} ; 2^{-1}]. **4**

(del 1-1)

Si es incorrecto, pase al 1-18; si es correcto, pase al 1-11.
(Esto significa que si su respuesta no fue correcta debe pasar al cuadro 18. Si fue correcta, pase al cuadro 11).

1-4 Un cuarto de 10^{-4} es [0.025 ; 0.0025 ; 0.00025 ; 0.000025]. **14**

(del 1-23)

Si es incorrecto, pase al 1-19; si es correcto, pase al 1-15.

1-5 10^{-15} por 10^{-3} es_____. **6**

(del 1-4 ó 1-19)

Si es incorrecto, pase al 1-9; si es correcto, pase al 1-6.

1-6 10^{-15} dividido por 10^{-3} es [5 ; 10^{-18} ; 10^{5} ; ninguno de éstos]. **16**

(del 1-5 ó I-9)

Pase al 1-13.

1-7 $(10^{-8} \div 10^{4}) \times \frac{1}{10^{6}} = \left[\frac{18^{-8}}{10^{-4} \times 10^{6}} ; \frac{10^{-8}}{10^{10}} ; \frac{10^{-4}}{10^{6}} ; \text{ninguno de éstos} \right]$. **2**

(del 1-13) $1 \div 10^{4} =$ [10^{4} ; $1/10^{-4}$; $1/10^{4}$; ninguno de éstos]. **12**

$\frac{10^{-8}}{10^{4} \times 10^{6}} =$ [10^{2} ; 10^{-2} ; 10^{-18} ; ninguno de éstos]. **17**

Pase al 1-10.

1-8 Un cuarto de 10^{-4} es [$(2.5)^{-4}$; $.25 \times 10^{-4}$; 4×10^{-4}]. **19**

(del 1-18, 1-27 ó 1-12)

Pase al 1-23.

1-9 La regla para multiplicar potencias de 10 es sumar los exponentes.

(del 1-5) La regla general es $10^a \times 10^b = 10^{a+b}$

El recíproco de 10^{-3} es [$10^{-\frac{1}{3}}$; $10^{\frac{1}{3}}$; 10^3 ; ninguno de éstos]. **1**

Pase al 1-6.

1-10 Si $A^{\frac{1}{3}} \times A^{\frac{1}{3}} \times A^m = A$, entonces la cantidad m es _____. **21**

(del 1-13 ó 1-7) $A^{\frac{1}{3}}$ es la [raíz cuadrada de A; la raíz cúbica de A; ninguna de éstas]. **23**

Pase al 1-14.

1-11 10^{-12} dividido por 10^{-3} es_____ **32**

(del 1-3)

Si es incorrecto, pase al 1-18; si es correcto pase al 1-12

1-12 $(8)^{\frac{1}{3}}$ = [2.67 ; $2\sqrt{2}$; 2 ; ninguno de éstos]. **18**

(del 1-11)

Si es incorrecto, pase al 1-8; si es correcto, pase al 1-14.

1-13 La regla para dividir potencias de 10 es $10^a \div 10^b = 10^{a-b}$.

(del 1-6) Por lo tanto, $\frac{10^{-15}}{10^{-3}} = 10^{-15-(-3)} = 10^{-12}$.

Ahora pruebe con la siguiente: $(10^{-8} \div 10^4) \times \frac{1}{10^6}$ es [10^{-2} ; 10^2 ; 10^{-10} ; **24**

10^{-18} ; ninguno de éstos].

Si es incorrecto, pase al 1-7; si es correcto, pase al 1-10.

1-14 El recíproco de $(A + B)$ es $\left[\frac{1}{A} + \frac{1}{B}\ ;\ \frac{1}{A+B}\ ;\ -(A+B)$; ninguno de éstos $\right]$. **15**

(del 1-12 ó 1-10)

Pase al 1-15.

1-15 $(8)^{\frac{2}{3}} =$ _____. **8**

(del 1-14)

Pase al 1-24.

1-16 La raíz cuadrada de 9^4 es [9^2 ; $(4.5)^4$; 3^2 ; ninguno de éstos]. **25**

(del 1-24 ó 1-20)

Si es incorrecto, pase al 1-25; si es correcto, pase al 1-21.

1-17 La raíz cuadrada de $9^4 = 9^{\frac{4}{2}} = \left(9^{\frac{1}{2}}\right)^4 = (3)^4$. Naturalmente esto también es igual a 9^2.

(del 1-25)

Pase al 1-21.

1-18 Un quinto de 10^{-10} es $\left[10^{-10} \div \frac{1}{5}\ ;\ 10^{-10} \times 2\ ;\ 10^{-10} \times \frac{1}{5}\ ;\right.$ **3**

(del 1-3) ninguno de éstos $\left.\right]$.

Si es incorrecto, pase al 1-27; si es correcto, pase al 1-8.

1-19 $10^{-4} =$ [0.001 ; .00001 ; .00025 ; ninguno de éstos]. **20**

(del 1-4) $\frac{1}{4} =$ [.25 ; 2.5 ; 1/.25]. **26**

Para multiplicar esto por 10^{-4}, el punto decimal se mueve_____veces **9**

hacia la [*derecha; izquierda*]. **22**

Pase al 1-5.

1-20 *(del 1-24)* $\frac{1}{A} + \frac{1}{B} = \frac{B}{AB} + \frac{A}{BA} = \frac{A+B}{AB}$. El recíproco de esto es $\frac{AB}{A+B}$.

$\frac{1}{A} - \frac{1}{B} = \left[\frac{B+A}{AB} ; \frac{B-A}{AB} ; \frac{A-B}{AB} \right]$. **33**

Pase al 1-16.

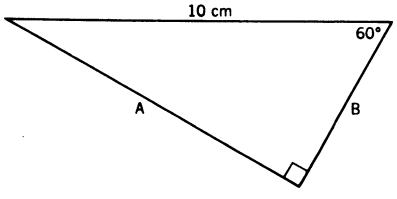
1-21 *(del 1-16, 1-25 ó 1-17)* La raíz cúbica de 9^6 es [9^3 ; 3^6 ; 9^2 ; ninguno de éstos]. **7**

Pase al 1-28.

1-22 *(del 1-28)* En el triángulo de la derecha, el lado

A = _____ cm. **29**

El lado B = _____ cm. **28**



Pase al 1-26.

1-23 *(del 1-8)* Un cuarto de 10^{-4} es $\frac{1}{4} \times 10^{-4}$ y esto se puede escribir como

[2.5×10^{-3} ; 2.5×10^{-5} ; 10^{-1} ; ninguno de éstos]. **30**

Pase al 1-4.

1-24 *(del 1-15)* El recíproco de A es, por definición $\frac{1}{A}$. Por lo tanto, el recíproco de la cantidad $\frac{1}{A} + \frac{1}{B}$ es $\left[(A+B) ; \frac{AB}{A+B} ; \frac{A+B}{AB} ; \text{ninguno de éstos} \right]$. **10**

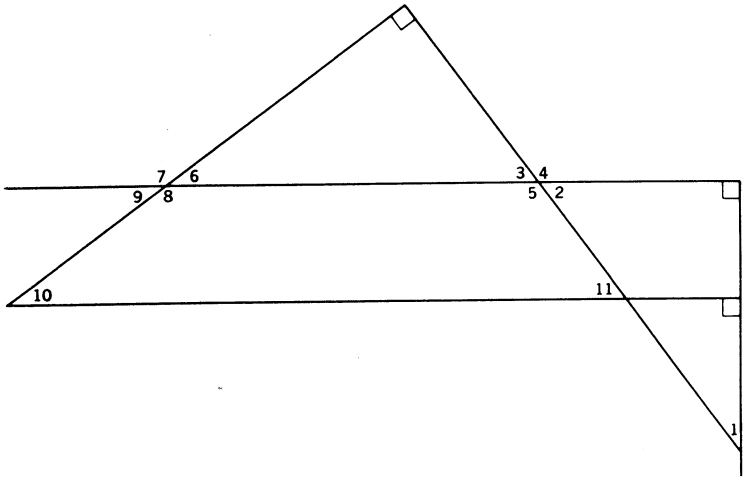
Si es incorrecto, pase al 1-20; si es correcto, pase al 1-16.

1-25 *(del 1-16)* Como la regla dice que la enésima raíz de A es $A^{\frac{1}{n}}$, la raíz cuadrada de (9^4) es $(9^4)^{\frac{1}{2}} = 9^{\frac{4}{2}} = 9^2$. La raíz cuadrada de 9^4 es 3^4 [*cierto* ; *falso*]. **31**

Si es incorrecto, pase al 1-17; si es correcto, pase al 1-21.

1-26 *(del 1-22)* Haga una lista con todos los ángulos que sean iguales al ángulo 1.

_____



5

Pase al 1-29.

1-27 *(del 1-18)* La palabra "de" siempre significa multiplicación y no división. Por ejemplo:

Un medio de $10 = \frac{1}{2} \times 10$, no es igual a $10 \div \frac{1}{2}$.

$\frac{1}{2} \times 10 = 5$, pero $10 \div \frac{1}{2} = 20$.

La mitad de 10 es obviamente 5 y no 20.

Pase al 1-8.

1-28 *(del 1-21)* En el problema anterior, la raíz cúbica de $9^6 = (9^6)^{\frac{1}{3}} = 9^{\frac{6}{3}} = 9^2$. La raíz cúbica de $\sqrt{x}$ es [x^3 ; $x^{1.5}$; $x^{\frac{2}{3}}$; ninguno de éstos].

11

Pase al 1-22.

1-29 *(del 1-26)* Esta es una prueba, simple y breve, que trata parte del material del capítulo 1. Llene los espacios en blanco.

Las respuestas a esta prueba no se incluyen en el libro.

1. La raíz cuadrada de 10^6 es _____ .
2. Un quinto de 10^{10} es _____ $\times 10^{-10}$.
3. Un quinto de 10^{-10} es _____ $\times 10^{-11}$.
4. El recíproco de $\left(\frac{1}{A} + \frac{1}{B}\right)$ es $\frac{1}{\frac{1}{A} + \frac{1}{B}}$ cierto _____ .
   falso _____ .
5. $\frac{10^5}{10^7} =$ _____ .
6. $\frac{10^{-5}}{10^{-7}} =$ _____ .
7. $(\sqrt{x})^3 = \sqrt{x^3}$ cierto _____ .
   falso _____ .

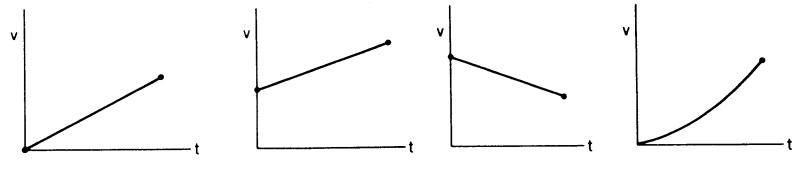
Hoja de respuestas

Número Guía	Respuesta
1	10^{3}
2	$\frac{10^{-8}}{10^{10}}$
3	$10^{-10} \times \frac{1}{5}$
4	2×10^{-6}
5	6, 9, 10
6	10^{-18}
7	9^{2}
8	4
9	4
10	$\frac{AB}{A+B}$
11	$X^{1.5}$
12	$\frac{1}{10^{4}}$
13	izquierda (no aparece en el texto)
14	0.000025
15	$\frac{1}{A+B}$
16	ninguno de éstos
17	10^{-18}
18	2
19	$.25 \times 10^{-4}$
20	ninguno de éstos
21	$\frac{1}{3}$
22	izquierda
23	raíz cúbica de A
24	10^{-18}
25	9^{2}
26	.25
27	4 (no aparece en el texto)
28	5
29	$5\sqrt{3}$
30	2.5×10^{-5}
31	cierto
32	10^{-9}
33	$\frac{B-A}{AB}$

Capítulo 2

CINEMATICA

2-1 Un carro que parte del reposo aumenta uniformemente su velocidad con respecto al tiempo (aceleración constante) y alcanza una rapidez de 30 Km/h al cabo de 1 minuto. De las curvas que se muestran abajo, la que mejor describe el caso es la curva_____. La velocidad promedio del carro durante este minuto es_____Km/h. (Sugerencia: ¿cuál es la altura promedio de la curva?) **3** **5**

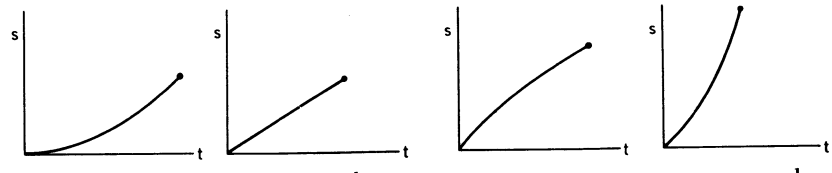


curva a curva b curva c curva d

Ahora suponga que el carro aumenta su velocidad uniformemente con respecto al tiempo, de 30 a 60 Km/h. La curva_____es la que describe mejor este caso, La velocidad promedio del carro durante este tiempo es _____Km/h. **8** **4**

En ambos casos, la distancia recorrida por el carro aumenta uniformemente con el tiempo. [*cierto* ; *falso*] . **2**

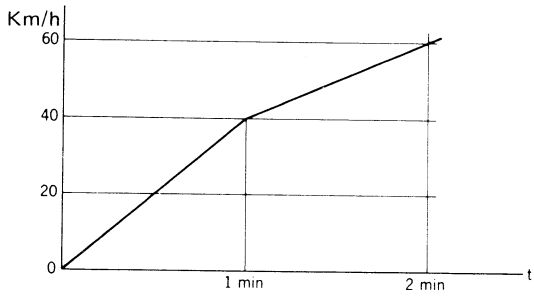
De las curvas que se muestran abajo, la curva_____es la que describe mejor la manera en que la distancia varía con el tiempo durante el primer minuto cuando el carro parte del reposo. La curva_____es la que mejor describe la situación cuando el carro aumenta uniformemente su rapidez desde 30 hasta 60 Km/h. **9** **1**



curva a curva b curva c curva d

Pase al 2.2

2-2 *(del 2-1)* Un carro que parte del reposo tarda un minuto en alcanzar 40 Km/h, y luego otro minuto en alcanzar 60 Km/h, como se muestra en la figura de la derecha. La velocidad promedio durante los primeros dos minutos es de _____ Km/h.



6

Si es incorrecto, pase al 2-7; si está correcto, pase al 2-3.

2-3 *(del 2-2 ó 2-7)* En el problema anterior, la velocidad promedio durante el primer minuto es 20 Km/h. Para encontrar qué distancia recorrió el carro en el primer minuto, se usa la fórmula:

[$s = \bar{v}t$; $s = vt$ (donde v = 40 Km/h) ; ninguna de éstas. 11

El resultado es $s =$ [1/3 Km ; 2/3 Km ; 20 Km]. 14

Con el mismo procedimiento, se encuentra que durante el segundo minuto, el carro ha recorrido _____. 7

Por lo tanto, la distancia total recorrida en los dos minutos es _____. 12

Un método para encontrar la velocidad promedio del carro durante los primeros dos minutos, es usar la fórmula $\bar{v} = \frac{s}{t}$, donde $s =$ _____ Km y $t =$ _____ h. 10 16

El resultado es $\bar{v} = \frac{7/6}{2/60}$ Km/h = 35 Km/h.

Pase al 2-4.

2-4 *(del 2-3)* En el problema anterior, el carro alcanza una velocidad de 60 Km/h ó $\frac{50}{3}$ m/seg, al cabo de 2 minutos. Por lo tanto, su aceleración promedio durante los primeros dos minutos es de _____ m/seg^2. 13

Si es incorrecto, pase a 2-11, si es correcto, pase a 2-5.

2-5 *(del 2-4 ó 2-11)* En el punto más alto de la trayectoria de una pelota que ha sido lanzada hacia arriba, su velocidad es igual a cero. En tal instante, su aceleración es _____ . **18**

Si es incorrecta, pase al 2-12 ; si es correcta, pase al 2-6.

2-6 *(del 2-5 ó 2-12)* La aceleración de una masa de 1 Kg que descansa sobre una mesa es _____ m/seg^2. **15**

Pase al 2-13.

2-7 *(del 2-2)* En el problema anterior, la velocidad promedio para el primer minuto es de _____ Km/h, y la velocidad promedio durante el segundo minuto es de _____ Km/h. (Vea la figura de la página 10.) **20** **22**

El promedio durante los dos minutos es simplemente el promedio de las dos respuestas anteriores; esto es _____ Km/h. **17**

Pase al 2-3.

2-8 *(del 2-13)* Si se equivocó en el último problema, usted tiene duda sobre la definición de aceleración. Después de calcular la aceleración en el problema anterior del coche, no debiera equivocarse en este problema más sencillo. El último problema fue la aplicación directa de la definición de aceleración, $a = \frac{v - v_0}{t}$.

$a = \frac{0-50}{\frac{3}{2 \text{ seg}}}$ m/seg $= -\frac{25}{3}$ m/seg^2.

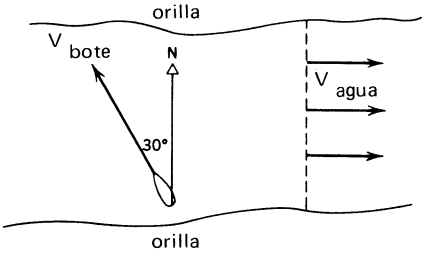
Un carro que parte del reposo alcanza la velocidad de 60 Km/h ($\frac{50}{3}$ m/seg) en 2 minutos. Su aceleración promedio es _____ m/seg^2. **25**

Pase al 2-9.

2-9 La fórmula $v = \frac{s}{t}$ no es válida cuando la aceleración cambia con el tiempo.
(del 2-8 ó 2-13) [*cierto ; falso*] **19**

Si es incorrecta, pase al 2-14 ; si es correcta, pase al 2-15.

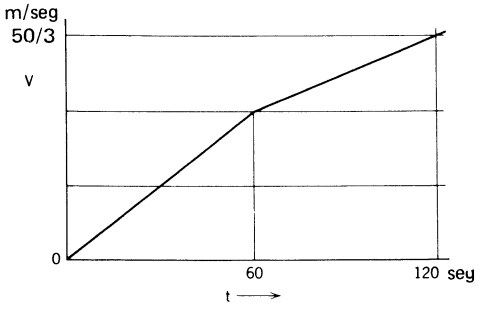
2-10 *(del 2-15)* Un transbordador cruza el río a 30° al noroeste y a razón de 12Km/h con respecto al agua. La corriente fluye a 60 Km/h en dirección este. Vista desde la orilla, la dirección en la que navega el barco es_____y su velocidad es _____Km/h. **27** **21**



Si es incorrecto, pase al 2-16 ; si es correcto, pase al 2-17.

2-11 *(del 2-4)* Así como la velocidad promedio se da por la ecuación $\bar{v} = \frac{s - s_0}{t}$, la aceleración promedio está dada por $\bar{a} = \frac{v - v_0}{t}$. En el cuadro 2-4, la cantidad $(v - v_0)$ es _____ y t es_____. El resultado final es a = ____ ____ m/seg^2. **23** **26** **28**

Otra forma de resolverlo, a partir del 2-4, sería calcular la aceleración para cada minuto y promediar los dos valores.
Para el primer minuto, la aceleración es_____ m/seg^2. **30**
Para el segundo minuto, la aceleración es _____ $m/seg.^2$ **24**
El promedio de los dos valores es _____ m/seg . **33**



Pase al 2-5.

2-12 *(del 2-5)* La aceleración debida a la gravedad es constante y siempre actúa sobre la pelota, sin importar cuál sea su velocidad. La aceleración debida a la gravedad hace que la velocidad disminuya constantemente a razón de 9.8 m/seg^2. Aun cuando la pelota alcance su altura máxima, su velocidad disminuye de continuo a razón de 9.8 m/seg^2.

Pregunta: En el punto medio de la trayectoria de un proyectil lanzado a 45°, la aceleración es igual a cero.

[*cierto ; falso*]. **29**

Pase al 2-6.

2-13 *(del 2-6)* Cuando un objeto descansa sobre una mesa, la velocidad no sólo es cero, sino que permanece en cero (no hay cambio en la velocidad).

Pregunta: Un carro que se mueve a $\frac{50}{3}$ m/seg (60 Km/h) hace una parada en seco en 2 segundos. Su aceleración promedio durante estos dos segundos es _____ m/seg^2. **35**

Si es incorrecto, pase al 2-8 ; si es correcto, pase al 2-9.

2-14 *(del 2-9)* De la definición básica de promedio pesado, recuerde que,

$$\bar{v} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2 + \cdots + v_n t_n}{t_1 + t_2 + \cdots + t_n} = \frac{s_1 + s_2 + \cdots + s_n}{t} = \frac{s_{\text{total}}}{t}$$

Esto es cierto, sin importar cómo cambia v con el tiempo.

Pase al 2-15

2-15 *(del 2-9 ó 2-14)* Se ha visto que para un objeto que parte del reposo y aumenta su velocidad uniformemente con el tiempo, hasta una velocidad v, $\bar{v} = \frac{1}{2} v$; por lo tanto, $\frac{s}{t} = \frac{1}{2} v$ ó $v = 2\frac{s}{t}$. Pero la ecuación común para la velocidad es $v = \frac{s}{t}$ y no $2\frac{s}{t}$. La discrepancia se resuelve al observar que estas ecuaciones se aplican a situaciones distintas. Considere el objeto en las tres situaciones siguientes:

a) Se mueve con velocidad uniforme.

b) Parte del reposo y se mueve con aumento uniforme de velocidad.

c) La velocidad puede cambiar con el tiempo de un modo no uniforme.

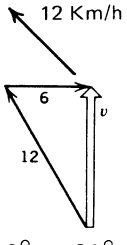
La ecuación $v = \frac{s}{t}$ se aplica sólo a la situación _____ . **37**

La ecuación $v = 2\frac{s}{t}$ se aplica sólo a la situación _____ . **31**

La ecuación $\bar{v} = \frac{s}{t}$ se aplica a las situaciones _____ . (Más de una respuesta pueden ser correctas). **34**

Pase al 2-10.

2-16 *(del 2-20)* El problema anterior implica la adición vectorial de velocidades.



A la velocidad del transbordador, debe añadirse la velocidad _____ del agua .

El vector suma es v

Observe que éste es un triángulo de $30° - 60°$. Por lo tanto, el lado mayor v es $\sqrt{3}$ veces el lado menor v_{agua} con lo que se obtiene $v = 6\sqrt{3}$ Km/h.

También se podría usar el teorema de Pitágoras:

$$v^2 = v^2_{barco} - v^2_{agua}$$

$$v = \sqrt{12^2 - 6^2} \text{ Km/h}$$

$$= 6\sqrt{3} \text{ Km/h}$$

$$= 10.4 \text{ Km/h}$$

Entonces se tiene que, según la suma vectorial (12 + 6), puede ser igual a 10.4.

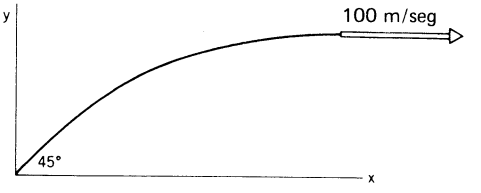
Pase al 2-17.

2-17 *(del 2-10 ó 2-16)* El tiempo que tarda el transbordador para hacer el viaje redondo en dirección N-S, visto desde la orilla, es_____ comparado con el tiempo necesario para hacer el mismo viaje en dirección E-O. **40**

Si la distancia total es de 2 Km, la duración del viaje redondo, en dirección E-O, es_____hrs. **32**

Pase al 2-23.

2-18 *(del 2-17 ó 2-13)* Un proyectil que se lanzó en un ángulo de 45° tiene una velocidad de 100 m/seg en el punto más alto de su trayectoria. La componente horizontal de su velocidad inicial es _____ m/seg. **36**



La velocidad inicial total es V_0 = _____ m/seg. **41**

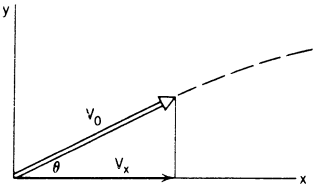
Pase al 2-19.

2-19 *(del 2-18)* Un hombre que se arroja desde un avión se acelerará en caída libre hasta que, debido a la resistencia del aire, alcance una velocidad terminal aproximada de 224 Km/h ó 62.2 m/seg. (A esta velocidad, la fuerza de la resistencia del aire sobre un cuerpo humano es tal, que anula a la fuerza debida a la gravedad.) Suponga una aceleración constante g = 9.8 m/seg^2, ¿de qué altura tendrá que caer un objeto (partiendo del estado de reposo) para alcanzar una velocidad de 62.2 m/seg? La ecuación más apropiada para resolver el problema es $\left[v = 2s/t \; ; \; s = \frac{1}{2}at^2 \; ; \; v^2 = 2as \; ; \; v = at \right]$ La solución es **45**

s =_____ m. Ahora suponga que un hombre cae de un avión, desde varios cientos de metros, sobre un banco de nieve blanda que lo detiene con aceleración constante. Suponga que el individuo sobrevive, si la aceleración es menor que 30 g. Su velocidad de llegada al banco de nieve es 62.2 m/seg. Para que él sobreviva, el banco deberá tener, por lo menos,_____m de espesor. **38** **43**

Pase al 2-20.

2-20 *(del 2-19)* Ahora se derivará una fórmula para el alcance de un proyectil, en términos de su velocidad inicial V_0 y el ángulo θ. Sea T el tiempo total del vuelo del proyectil. Por lo tanto, el alcance es $R =$ [$V_x T$; $V_y T$; $V_o T$; ninguno de éstos], donde V_x y V_y son las componentes x e y de V_0.



46

V_x tiene el valor [$V_0 \cos\theta$; $V_0 \operatorname{sen}\theta$; $\frac{V_0}{\cos\theta}$; $\frac{V_0}{\operatorname{sen}\theta}$.]

48

Si es incorrecto, pase al 2-26 ; si es correcto, pase al 2-21.

2-21 *(del 2-20 ó 2-26)* En el problema anterior, el alcance es

$R = \left[V_0 T \cos\theta \ ; \ V_0 T \operatorname{sen}\theta \ ; \ \frac{V_0 T}{\cos\theta} \ ; \ \frac{V_0 T}{\operatorname{sen}\theta} \right]$.

39

Ahora consideremos solamente el movimiento vertical. El tiempo para que el proyectil caiga desde su posición de altura máxima hasta tierra es_____. La ecuación $V = at$. establece la relación entre este tiempo y la velocidad vertical V_y. El resultado de esta aplicación es_____.

42

49

Al examinar sistemáticamente por separado los movimientos horizontal y vertical, se obtienen dos ecuaciones simultáneas con dos incógnitas R y T. Se puede eliminar T, resolviendo la segunda ecuación para T, y substituyéndola en la ecuación para R. Este procedimiento conduce a $R =$_____.

51

Pase al 2-24.

2-22 *(del 2-28)* La distancia que un satélite recorre, en cada revolución a 6440Km de altura, es_____ veces la circunferencia de la Tierra.

44

Pase al 2-30.

2-23 *(del 2-17)*

El tiempo total para un viaje redondo es $T = s_1/v_1 + s_2/v_2$ donde s_1 y s_2 son _____ Km cada una. Cuando el barco navega hacia el este, **54**

v_1 =_____ Km/h. Cuando va al oeste. **47**

v_2 =_____ Km/h. Por lo tanto, T =_____ hr, para el viaje redondo de este a oeste. **55** **50**

Pase al 2-18.

2-24 *(del 2-21)*

Quienes sepan trigonometría, recordarán la relación para el doble del ángulo: sen $2\theta = 2 \operatorname{sen}\theta \cos\theta$. Si se usa esta fórmula, el resultado para el alcance de un proyectil es $R = \frac{V_0^2}{g} \operatorname{sen}2\theta$. La cantidad $\operatorname{sen}2\theta$ es máxima cuando 2θ es _____. **52**

Por lo tanto, para obtener el alcance máximo, el cañón debe dispararse en un ángulo de_____. **57**

El alcance máximo es $R_{máx}$ =_____. **60**

Pase al 2-25.

2-25 *(del 2-24)*

Considere un satélite de la Tierra, en una órbita circular. La magnitud de su velocidad con el tiempo será [constante ; variable]. **53**

Su aceleración será cero. [*cierto ; falso*]. **62**

La dirección de su aceleración será_____. **56**

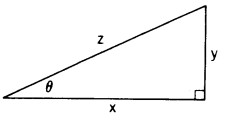
Pase a 2-27.

2-26 *(del 2-20)*

La definición de $\operatorname{sen}\theta = \frac{y}{z}$.

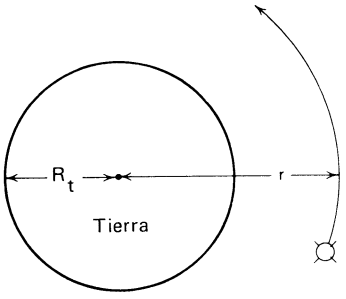
La definición de $\cos\theta = \frac{x}{z}$.

Por lo tanto x = _____. **63**



Pase al 2-21.

2-27 *(del 2-25)*



Suponga que el satélite de la Tierra gira a una altura de 6440 Km sobre la superficie terrestre. A esta altura, la aceleración gravitacional es $\frac{1}{4}$ del valor que tiene en la superficie terrestre. Por lo tanto, $a =$ _____ es la aceleración del satélite. La aceleración del satélite es $\left[\frac{\frac{1}{4}v^2}{r} ; \frac{\frac{1}{2}v^2}{r} ; \frac{v^2}{r}\right]$ donde r es la distancia al centro de la Tierra (12,800 Km). La aceleración también es $\left[\frac{\frac{1}{4}v^2}{R_e} ; \frac{\frac{1}{2}v^2}{R_e} ; \frac{v^2}{R_e} ; \frac{2v^2}{R_e}\right]$ donde R_e es el radio de la Tierra (6400 Km).

58 66 64

Sea v_c la velocidad de un satélite terrestre que vuela a baja altura. Luego, $\frac{v_c^2}{R} = g$. La velocidad del satélite a 6440 Km de altura es _____ veces la velocidad del satélite de baja altura.

59

Si es incorrecto, pase al 2-29 ; si es correcto, pase al 2-28.

2-28 *(del 2-27 ó 2-29)*

El período T del satélite, a 6440 Km de altura, es [1 ; $\sqrt{2}$; $\sqrt{8}$; 4 ; 8 ; ninguno de éstos] veces el período del satélite de baja altura.

67

Si es incorrecto, pase al 2-22 ; si es correcto, pase al 2-33.

2-29 *(del 2-27)*

Para el satélite, a una distancia $r = 2R_e$, se tiene:

1) $\frac{v^2}{(2R_e)} = \frac{1}{4} g.$

Para el satélite de vuelo a baja altura, se tiene:

2) $\frac{v_c^2}{R_e} = g.$

Dividiendo la ecuación 1 por la 2, resulta:

$\frac{v^2}{2v_c^2} =$ _____.

61

O bien $v^2 =$ _____ v_c^2.

69

Pase al 2-28.

2-30 *(del 2-22)* Si la velocidad es $\sqrt{2}$ veces más lenta y la distancia dos veces mayor, el tiempo necesario para recorrer esta distancia será _____veces mayor. **65**

Sugerencia: $t = \frac{s}{v}$.

Pase al 2-31.

2-31 *(del 2-30)* En el movimiento circular uniforme, el período de revolución es:

$T = \left[\frac{R}{v} \; ; \; \frac{2\pi R}{v} \; ; \; \frac{R}{2\pi v} \; ; \text{ ninguno de éstos} \right]$. **72**

Pase al 2-35.

2-32 *(del 2-33)* En el movimiento circular uniforme, la velocidad v está dada por la fórmula $v = \frac{s}{T}$, donde T es el período y $s =$ _____. **68**

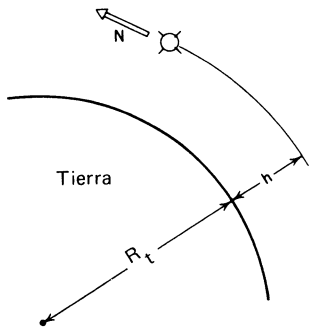
Pase al 2-35.

2-33 *(del 2-28)* En el movimiento circular uniforme, el período de revolución es:

$T = \left[\frac{R}{V} \; ; \; \frac{2\pi R}{V} \; ; \; \frac{R}{2\pi V} \; ; \text{ ninguno de éstos} \right]$. **82**

Si es incorrecto pase al 2-32 ; si es correcto pase al 2-34.

2-34 *(del 2-33)* Si desea derivar una fórmula para el período de un satélite de la Tierra, en una órbita circular, a una altura h sobre la superficie terrestre. Como se verá en el capítulo 4, la ley de la gravitación (inverso del cuadrado de la distancia) establece que la aceleración debida a la gravedad a una altura h es



$a = g \dfrac{R_e^2}{(R_e + h)^2}$.

Luego, la aceleración neta sobre el satélite es:

$\left[\dfrac{4\pi^2}{T^2} R_e \;;\; \dfrac{4\pi^2}{T^2}(R_e + h) \;;\; g \;;\; \dfrac{4\pi^2}{T^2}(R_e + h) + \dfrac{gR_e^2}{(R_e + h)^2}\right]$ **85**

Igualando esto con la expresión anterior y resolviendo para T:

$T =$ _____ . **84**

La relación de los cuadrados de los períodos de dos satélites terrestres es:

$\dfrac{T_1^2}{T_2^2} =$ _____ . **83**

(Este resultado se conoce como la tercera ley de Kepler).

La velocidad de este satélite es $v = \dfrac{s}{T}$, donde $s =$ _____ . En **86**

términos de v_c, R_e y h, $v =$ _____ , donde $v_c = \sqrt{gR_e}$ es la velocidad **74**

de un satélite de vuelo a baja altura.

Como la resistencia del aire hace que disminuya la altura del satélite, la velocidad [disminuirá ; aumentará ; permanecerá igual] . **70**

Pase al 2-35.

2-35 *(del 2-31 2-32 ó 2-34)* El número de revoluciones en un tiempo t es: $n = \dfrac{t}{T}$, donde T es el tiempo para una revolución.

Sea $f = \dfrac{n}{t}$ la frecuencia o número de revoluciones por segundo. Luego, $f =$

$\left[2\pi T \;;\; \dfrac{2\pi}{T} \;;\; \dfrac{1}{T} \;;\; \dfrac{1}{2\pi T}\right]$. **73**

Pase al 2-36.

2-36 *(del 2-35)* La fórmula para la aceleración centrípeta $\frac{v^2}{r}$ se puede expresar en términos de f y r.

Luego $a_c = \left[(2\pi f)^2 r \; ; \; \frac{4\pi^2}{f^2} r \; ; \; (2\pi fr)^2 \; ; \; \frac{4\pi^2 f^2}{r} \right]$. **77**

Si es incorrecto, pase al 2-40 ; si es correcto, pase al 2-37.

2-37 *(del 2-35 ó 2-40)* Las unidades de $\frac{v^2}{g}$ donde g es 980 cm/seg^2, son _____. **71**

Pase al 2-39.

2-38 *(del 2-39)* La suma de dos vectores que tienen magnitudes de 12 y 20 unidades respectivamente, nunca podrá tener una magnitud menor que 20 unidades [*cierto ; falso*]. **75**

Pase al 2-41.

2-39 *(del 2-37)* En este problema, se desea encontrar cómo disminuye la aceleración, debida a la gravedad, con respecto a la distancia desde el centro de la Tierra. ¿Cómo se puede medir, a gran distancia, la aceleración debida a la gravedad? Isaac Newton fue el primero en pensar que la Luna se podría usar para este propósito. La Luna es un satélite de la Tierra que está a una distancia de R_m = 386,400 Km = 60 R_e. Un objeto situado a 386,400 Km de la Tierra caerá hacia ella, con la misma aceleración gravitacional que la Luna [*cierto ; falso*]. **79** La aceleración debida a la gravedad, a una distancia de 386,400 Km, tendrá el mismo valor que la aceleración centrípeta de la Luna [*cierto ; falso*]. **80** El período de la Luna es 27.3 días o 465 veces el de un satélite terrestre de vuelo a baja altura. Sean T_o y R_e el período y el radio de la órbita de un satélite de vuelo a baja altura. Por lo tanto, la aceleración de tal satélite es $a_o = g = \frac{4\pi^2}{T_0^2} R_e$. La aceleración de la Luna es:

$a_m = \left[\frac{4\pi^2}{T_0^2} R_e^2 \; ; \; \frac{4\pi^2}{465 T_0^2} (60R_e) \; ; \; \frac{4\pi^2}{(465T_0)^2} (60R_e) \; ; \text{ ninguna de éstas} \right]$. **76**

La relación entre estas dos aceleraciones es $\frac{a_m}{g} = \frac{60}{(465)^2} = \frac{1}{3600}$ [*cierto ; falso*]. **81**

Observe que, mediante la relación de los cuadrados de las dos distancias, también se obtiene el mismo valor $\frac{R_o^2}{R_m^2} = \left(\frac{1}{60}\right)^2 = \frac{1}{3600}$. Por lo tanto, según la exactitud de estos cálculos, la aceleración debida a la gravedad disminuye en forma inversamente proporcional al cuadrado de la distancia al centro de la Tierra. Isaac Newton hizo este mismo cálculo el día famoso en el que vio caer una manzana de un árbol.

Pase al 2-38.

2-40 *(del 2-36)* Es posible expresar a_c, en términos de T y r: $a_c = \frac{4\pi^2}{T^2} r$. Si ahora se substituye, en esta expresión, $\frac{1}{f}$ por T, se obtiene a_c = _____. **78**

Pase al 2-37.

2-41 *(del 2-38)* Preguntas de repaso: Terminamos con unas preguntas de repaso sobre parte del material que se trató en los cuadros anteriores. Use lápiz.

(Las respuestas no están en el libro).

1. Un carro viaja a 20 Km/h durante el primer minuto y a 30 Km/h durante los siguientes dos minutos.
   ¿Cuál es la velocidad promedio durante los primeros 3 minutos?

   $$\overline{v} = \_\_\_\_\_$$

2. El tiempo de aceleración necesario para que un carro que parte del reposo adquiera la velocidad de 60 Km/h es 22 seg.
   La aceleración promedio es

   $$\overline{a} = \_\_\_\_\_$$

3. Un transbordador navega hacia el norte a 5 Km/h con respecto a la corriente, la cual fluye a 4 Km/h hacia el oeste.
   Con relación a la orilla, el barco se mueve a _____ Km/h en dirección_____.

4. ¿Cuál es la aceleración debida a la gravedad, a una distancia de 3 radios terrestres, medidos desde el centro de la Tierra?

   $a =$_____ g.

5. Si un satélite da 6 revoluciones por día, su período es:

   $T =$_____ hrs.

6. Todos los satélites en órbita están acelerándose.
   ¿Cierto o falso?_____.

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuesta
1	d
2	falso
3	a
4	45
5	15
6	35
7	$\frac{5}{6}$ Km
8	b
9	a
10	$\frac{7}{6}$
11	$s = \overline{v}t$
12	$\frac{7}{6}$ Km
13	$\frac{5}{36}$
14	$\frac{1}{3}$ Km.
15	cero
16	$\frac{2}{60}$
17	$\frac{20 + 50}{2}$
18	9.8 m/seg^2
19	falso
20	20
21	$6\sqrt{3}$
22	50
23	$\frac{50}{3}$
24	$\frac{1}{3} \times \frac{5}{18}$
25	$\frac{5}{36}$
26	120 seg.
27	N
28	$\frac{5}{36}$
29	falso
30	$\frac{2}{3} \times \frac{5}{18}$
31	b
32	$\frac{2}{9}$
33	$\frac{1}{2} \times \frac{5}{18}$
34	a, b, y c
35	$\frac{-25}{3}$
36	100
37	a
38	197.4
39	$V_0 T \cos\theta$
40	menor
41	$100\sqrt{2}$
42	$\frac{1}{2} T$
43	6.6
44	2
45	$v^2 = 2as$
46	$V_x T$
47	18
48	$V_0 \cos\theta$
49	$V_0 \operatorname{sen}\theta = g\,(\frac{1}{2} T)$
50	$\frac{4}{18}$
51	$\frac{2V_0 \operatorname{sen}\theta \cos\theta}{g}$
52	90°
53	constante
54	1
55	6
56	hacia el centro de la Tierra
57	45°
58	$\frac{1}{4} g$
59	$1/\sqrt{2}$
60	$\frac{V_0^2}{g}$
61	$\frac{1}{4}$
62	falso
63	$z \cos\theta$
64	$\frac{\frac{1}{2} v^2}{R_e}$
65	$2\sqrt{2}$
66	$\frac{v^2}{r}$
67	$\sqrt{8}$
68	$2\pi R$
69	$\frac{1}{2}$
70	aumentará
71	cm
72	$\frac{2\pi R}{v}$
73	$\frac{1}{T}$
74	$v_c\sqrt{\frac{R_e}{R_e + h}}$
75	falso
76	$\frac{4\pi^2}{(465\,T_0)^2}\,(60R_e)$
77	$(2\pi f)^2 r$
78	$4\pi^2 f^2 r$
79	cierto
80	cierto
81	cierto
82	$\frac{2\pi R}{V}$
83	$\frac{(R_e + h_1)^3}{(R_e + h_2)^3}$
84	$2\pi\sqrt{\frac{(R_e + h)^3}{gR_e^2}}$
85	$\frac{4\pi^2}{T^2}\,(R_e + h)$
86	$2\pi(R_e + h)$

Capítulo 3

DINAMICA

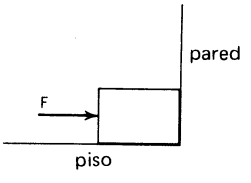
3-1 Un carro viaja a 60 Km/h por una carretera plana. Si la suma de todas las fuerzas que actúan sobre el carro es cero, éste [continuará a 60 Km/h ; **7**
disminuirá su velocidad, pero nunca llegará al estado de reposo ; disminuirá su velocidad y llegará al estado de reposo] .

La primera ley de Newton se aplica solamente a cuerpos en reposo [*cierto* ; **44**
falso] .

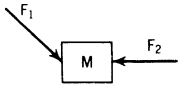
Si la fuerza neta sobre un cuerpo es cero, el cuerpo tiene que estar en reposo [*cierto* ; *falso*] . **20**

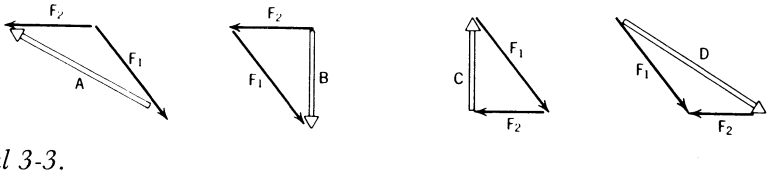
Si es incorrecto, pase al 3-7 ; si es correcto, pase al 3-5.

3-2 *(del 3-5)* Un ejemplo de la situación anterior, es el de un bloque que se empuja contra una pared. Siempre que la fuerza neta sobre el cuerpo sea cero, éste obedecerá la primera ley de Newton; esto es, permanecerá en un estado de reposo o de velocidad constante.



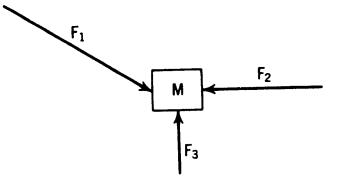
Pregunta: Suponga que sobre M actúan dos fuerzas F_1 y F_2. De los vectores mostrados abajo, indique cuál representa la fuerza neta [*A* ; *B* ; *C* ; *D*]. **53**



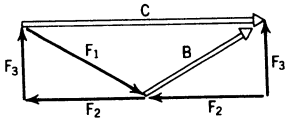


Pase al 3-3.

3-3 *(del 3-2)* Suponga que sobre M actúan tres fuerzas: F_1, F_2 y F_3. Por lo tanto, la fuerza neta es el vector [B ; C ; cero ; ninguno de éstos].

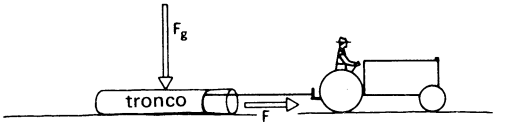


78



Pase al 3-4.

3-4 *(del 3-3)* Un tractor jala a un tronco, a una velocidad constante de 2 m/seg, con una fuerza $F = 200$ newtons. La fuerza gravitacional, dirigida hacia abajo, sobre el tronco, es $F_g = 400$ newtons. La fuerza de la Tierra, empujando hacia arriba el tronco, debe ser [0 ; 400 ; 400_g] newtons.



70

La fuerza neta sobre el tronco es de _____ newtons. 2

La magnitud de la fuerza de fricción del piso, que empuja en contra de la dirección del movimiento del tronco, es de _____newtons. Esta es la fuerza que debe vencer el tractor para poder jalar al tronco. 37

La fuerza neta solamente en el tractor es [0 ; 200 ; ninguna] newtons. 62

Pase al 3-31.

3-5 *(del 3-1, 3-7 ó 3-14)* Es posible que un cuerpo permanezca en reposo cuando actúan sobre él fuerzas externas [*cierto* ; *falso*]. 45

Pase al 3-2.

3-6 *(del 3-31)* De acuerdo con la segunda ley de Newton, la fuerza aplicada a un cuerpo es el producto de su masa por su aceleración [*cierto* ; *falso*]. 56

Si es incorrecto, pase al 3-15 ; si es correcto, pase al 3-8.

3-7 *(del 3-1)*

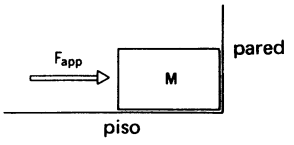
Si la fuerza neta sobre un cuerpo es cero, éste puede continuar en movimiento con velocidad constante [*cierto* ; *falso*]. **16**

Si un cuerpo no se encuentra en reposo, la fuerza neta que actúa sobre él nunca puede ser cero [*cierto* ; *falso*]. **22**

Si es incorrecto, pase al 3-14 ; si es correcto ; pase al 3-5.

3-8 *(del 3-6 ó 3-15)*

Se aplica una fuerza F_{ap} sobre un cuerpo y ésta lo empuja contra una pared. Sobre este cuerpo actúan _____ fuerzas diferentes. No olvide la fuerza de gravedad. **54**



La fuerza de contacto del piso hacia arriba es de magnitud:

[0 ; Mg ; F_{ap} ; $\sqrt{F_{ap}^2 + M^2g^2}$; ninguna de éstas]. **50**

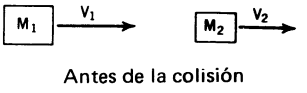
La fuerza de contacto de la pared, empujando el cuerpo, es de magnitud:

[0 ; Mg ; F_{ap} ; $\sqrt{F_{ap}^2 + M^2g^2}$; ninguna de éstas]. **14**

Pase al 3-9.

3-9 *(del 3-8)*

Considere una colisión entre M_1 y M_2, en la cual parte de la masa M_2 se transfiere a M_1. Sean M_1' y M_2' las masas después de la colisión. Luego, el incremento de la masa M_1 es $M_1' - M_1$ que es igual a

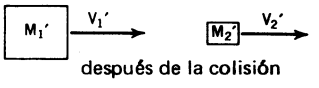


Antes de la colisión

[$(M_2 - M_2')$; $(M_2' - M_2)$; $(M_1 - M_2)$; $(M_2' - M_1')$; $\frac{1}{2}(M_2 - M_1)$] . **19**

De acuerdo con la ley de la conservación del impulso, $M_1 V_1 = M_1' V_1'$ [*cierto* ; *falso*]. **81**

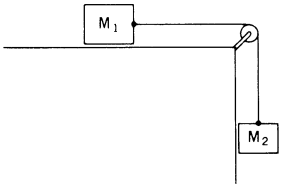
Si M_2 estaba inicialmente en reposo, $M_2' V_2' =$ [$M_1 V_1 + M_1' V_1'$; $M_1(V_1 - V_1')$; ninguno de éstos]. **76**



después de la colisión

Pase al 3-20.

3-10 *(del 3-20)* En el problema, cuya figura se muestra a la derecha, desprecie la fricción y la masa de la polea. La fuerza neta vertical sobre M_1 es:



[0 ; $M_1 g$; $(M_1 + M_2)g$; $(M_1 - M_2)g$]. **12**

Si M_1 se mantiene sin movimiento con la mano, la fuerza neta sobre M_1 es:_____. **26**

Si se mantiene a M_1 en reposo, la tensión en la cuerda es_____. **40**

Si se deja a M_1 en libertad de movimiento, la fuerza neta sobre M_1 es [menor que ; igual a ; mayor que] $M_2 g$. **51**

Después de dejar en libertad a M_1, la magnitud de su aceleración a_1 es [menor que ; mayor que ; igual a] a_2. **36**

Pase al 3-11.

3-11 *(del 3-10)* Después de dejar libre a M_1, la razón entre la fuerza neta sobre M_1 y la fuerza neta sobre M_2 es: $\left[1 ; \frac{g}{a} ; \frac{a}{g} ; \frac{M_1}{M_2} ; \frac{M_2}{M_1} \text{ ; ninguna de éstas} \right]$, en donde $a = a_1 = a_2$ es la aceleración. **46**

Pase al 3-12.

3-12 *(del 3-11)* La fuerza neta sobre M_1 es $F_{\text{neta}} = M_1 a$ y la fuerza neta sobre M_2 es $M_2 a$ [*cierto* ; *falso*]. **1**

Pase al 3-13.

3-13 *(del 3-12)* La cantidad $(M_1 + M_2)a$ es igual a la fuerza externa neta que actúa sobre el sistema, la cual tiene el valor:

[$M_1 g$; $M_2 g$; $(M_2 - M_1)g$; ninguno de éstos]. **10**

La aceleración a es: $\left[\frac{M_2 - M_1}{M_2 + M_2} g \text{ ; } M_2 g \text{ ; } \frac{M_2 g}{M_1 + M_2} \text{ ; } \frac{M_2 g}{M_1} \text{ ; ninguna de éstas} \right]$. **29**

Pase al 3-18.

3-14 *(del 3-7)* Si un cuerpo no está en reposo, puede estar moviéndose con velocidad constante y, por lo tanto, la fuerza neta sera cero [*cierto* ; *falso*]. **73**

Si el cuerpo está en reposo (tanto v como $a = 0$), entonces la fuerza neta sobre éste será cero [*cierto* ; *falso*] . **71**

Pase al 3-5.

3-15 *(del 3-6)* El punto importante que se debe recordar sobre la segunda ley de Newton es que F en $F = ma$ siempre debe ser la fuerza *neta*. No es ninguna fuerza aplicada en particular, a menos que esta fuerza aplicada sea la única que actúa sobre m.

Pase al 3-8.

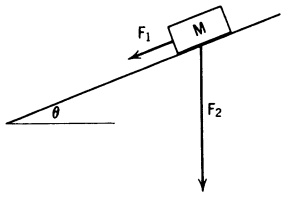
3-16 *(del 3-24)* La ley de Hooke establece que la fuerza restauradora de un resorte es proporcional al desplazamiento: $F = -kx$. Las unidades de k son [gr cm^2/seg^2 ; gr/seg^2 ; gr seg^2/cm ; ninguna de éstas] . **18**

Si es incorrecto, pase al 3-29 ; si es correcto, pase al 3-26.

3-17 *(del 3-27)* Las unidades de $\frac{M}{k}$ son_____. **67**

Pase al 3-32.

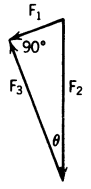
3-18 *(del 3-13)* Una masa M resbala por una superficie, sin fricción, inclinada un ángulo θ respecto a la horizontal. La fuerza de contacto de la superficie sobre la masa apunta [hacia la izquierda a lo largo de la superficie ; directamente hacia arriba ; hacia arriba, pero perpendicular a la superficie]. En el diagrama de fuerzas para este problema, la fuerza de contacto de la superficie sobre el bloque es: [$\vec{F}_1$; $\vec{F}_2$; $-\vec{F}_2$; $\vec{F}_3$; $-\vec{F}_3$].



80

49

La fuerza que ejerce el bloque, contra la superficie es: [$\vec{F}_2$; $-\vec{F}_3$; ninguna].



75

La pregunta anterior es una aplicación de la [primera ; segunda ; tercera] ley de movimiento de Newton.

32

La magnitud de F_2 es M_g [*cierto* ; *falso*].

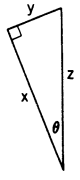
21

Por definición, en este triángulo rectángulo, $\text{sen}\theta = \frac{y}{z}$, $\cos\theta = \frac{x}{z}$, y $\tan\theta = \frac{y}{x}$.

Por lo tanto, $F_1 =$ [$F_2\cos\theta$; $F_2\,\text{sen}\theta$; $\frac{F_2}{\cos\theta}$; $\frac{F_2}{\text{sen}\theta}$; ninguno de éstos].

25

La fuerza neta sobre el bloque es [F_1 ; F_2 ; F_3 ; ninguno de éstos].



74

La fuerza neta sobre el bloque es [Mg senθ ; $Mg\cos\theta$; ninguno].

42

La fuerza neta sobre el bloque tiene el valor [Ma ; $Ma + Mg\cos\theta$; $\sqrt{(Ma)^2 + (Mg\cos\theta)^2}$; ninguna de éstas]. Esta respuesta se puede igualar a la anterior [*cierto* ; *falso*].

9

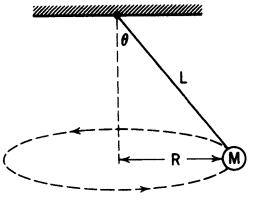
28

La aceleración es $a =$_____.

58

Pase al 3-19.

3-19 *(del 3-18)* Considere la bola de un péndulo de masa M que gira en un círculo de radio R.



La fuerza neta sobre M apunta [hacia abajo ; a lo largo de la cuerda ; hacia el centro del círculo]. **69**

La fuerza neta tiene el valor $\frac{MV^2}{R}$ [*cierto* ; *falso*]. **48**

Pase al 3-21.

3-20 *(del 3-9)* La ley de la conservación del impulso establece que $M_1 V_1 + M_2 V_2 = M_1'V_1' + M_2'V_2'$ [*cierto* ; *falso*]. **57**

Pase al 3-10.

3-21 *(del 3-19)* La fuerza neta tiene el valor [$Mg \operatorname{sen}\theta$; $\frac{Mg}{\operatorname{sen}\theta}$; $Mg \tan\theta$; $Mg \cos\theta$; ninguno de éstos]. **3**

Pase al 3-25.

3-22 *(del 3-21 ó 3-19)* Se desea obtener el período de oscilación de este péndulo, llamado péndulo circular.

La aceleración centrípeta de M tiene el valor $\frac{4\pi^2 R}{T^2}$ [*cierto* ; *falso*]. **52**

La aceleración centrípeta también tiene el valor $g \tan\theta$ [*cierto* ; *falso*]. **79**

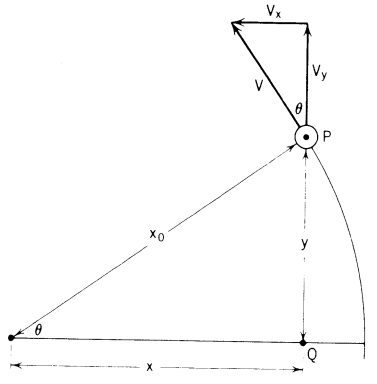
Estas dos cantidades pueden igualarse. Resolviendo esta ecuación para T, se obtiene $T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g \tan\theta}}$. Nótese que $\frac{R}{L} = \operatorname{sen}\theta$, o que $R = L \tan\theta \cos\theta$; por consiguiente, $T =$ [$2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$; $2\pi\sqrt{\frac{L\cos\theta}{g}}$; $2\pi\sqrt{\frac{L}{g\cos\theta}}$; ninguno de éstos]. **17**

Si θ se mantiene pequeña, $\cos\theta$ es aproximadamente uno, y entonces se puede hacer la aproximación $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ [*cierto* ; *falso*]. **31**

Si ahora se observa este movimiento solamente en un plano horizontal (es decir V_x), es matemáticamente idéntico al del péndulo simple. Por lo tanto, lo que se acaba de hacer es una derivación de la fórmula $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ para un péndulo simple con oscilaciones pequeñas.

Pase al 3-23.

3-23 *(del 3-22)* Se tiene la fórmula para la aceleración de un péndulo (o cualquier otra forma de MAS), en términos de su desplazamiento y período. La fórmula es $a = \frac{4\pi^2}{T^2}\, x$.



Ahora se desea determinar la fórmula para la velocidad, en términos de x y T. En el círculo de referencia, el punto P se encuentra en movimiento circular y el Q en MAS. La velocidad del punto Q será entonces [V ; V_x ; V_y ; ninguna de éstas]. **60**

Por semejanza de triángulos $\frac{V_x}{V} =$ _____. Por consiguiente, $V_x = V\,\frac{\sqrt{x_0^2 - x^2}}{x_0}$ **55**

En el círculo de referencia, V es la circunferencia dividida por el período [*cierto* ; *falso*]. **77**

La velocidad máxima $V =$ [$\frac{x_0}{T}$; $\frac{2\pi x_0}{T}$; $\frac{\pi x_0}{T}$; ninguna de éstas]. **6**

Por tanto, $V_x =$ [$\frac{2\pi}{T}\sqrt{1 - \left(\frac{x}{x_0}\right)^2}$; $\frac{2\pi}{T}\sqrt{x_0^2 - x^2}$; $\frac{2\pi}{T}\frac{\sqrt{x_0^2 - x^2}}{x_0^2}$ ninguna de éstas]. **39**

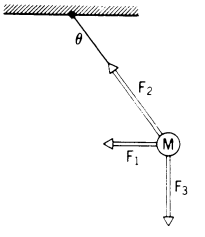
Pase al 3-28.

3-24 *(del 3-30)* En el cuadro anterior, se tenía $\frac{4\pi^2}{T^2} = 0.66 \times 10^{30}$. Resolviendo esta ecuación para T, el resultado es $T =$ _____ seg. **11**

Esto corresponde a una frecuencia de _____ oscilaciones por seg. Una **65** partícula cargada que oscila con esta frecuencia, emitirá radiación electromagnética de la misma frecuencia. Esta será radiación infrarroja. Por consiguiente, el gas hidrógeno calentado emite radiación infrarroja precisamente con esta frecuencia. Si la frecuencia hubiera sido 3.5 veces mayor, la radiación aparecería como luz visible.

Pase al 3-16.

3-25 *(del 3-21)* A la derecha, se muestran las fuerzas y el triángulo de fuerzas para el péndulo.

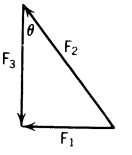


F_2 es la [fuerza gravitacional ; fuerza neta ; tensión en la cuerda]. **33**

F_1 es la [fuerza neta ; fuerza gravitacional ; ninguna]. **4**

$F_3 = Mg$ [*cierto* ; *falso*]. **61**

La relación $\frac{F_1}{F_3} =$ [$\text{sen}\theta$; $\cos\theta$; $\tan\theta$]. **43**



La relación $\frac{F_{\text{neta}}}{Mg} =$ [$\text{sen}\theta$; $\cos\theta$; $\tan\theta$]. **34**

Esta relación también es igual a $\left[\frac{a}{g} ; \frac{g}{a} ; \frac{a\,\text{sen}\theta}{g} ;$ ninguna de éstas $\right]$. **38**

La aceleración de la masa M tiene por magnitud:

$a = g\tan\theta$ [*cierto* ; *falso*]. **13**

Según el ángulo θ, la aceleración centrípeta podría ser mayor que g [*cierto* ; *falso*]. **72**

Pase al 3-22.

3-26 *(del 3-16 ó 3-29)* El período de oscilación de una masa M sujeta al extremo de un resorte, está relacionado con la constante de fuerza k por la ecuación:

$\frac{4\pi^2}{T^2} = \left[k ; \frac{k}{M} ; \frac{M}{k} ; 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}} ; \sqrt{\frac{M}{k}} ;$ ninguna de éstas $\right]$. **47**

Pase al 3-27.

3-27 *(del 3-26)* La aceleración de M es $a = \left[-kx ; -\frac{kx}{M} ;$ ninguna $\right]$. **23**

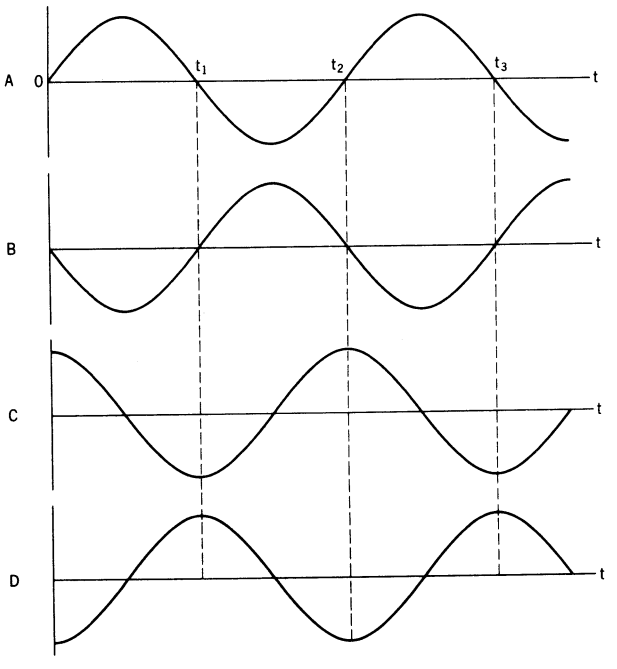
La aceleración de M tiene también el valor $a = -\frac{4\pi^2}{T^2}\,x$ [*cierto* ; *falso*]. **30**

Por consiguiente, $\frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{k}{M}$ [*cierto* ; *falso*]. **8**

Pase al 3-17.

3-28 *(del. 3-23)* En la curva A, el tiempo [t_1 ; t_2 ; t_3 ; ninguno de éstos] corresponde a un período completo.

Suponga que se haga una gráfica del desplazamiento de un objeto en MAS, como función del tiempo, y que tiene la forma de la curva A. Por lo tanto, la aceleración como función del tiempo tendría la forma de la curva _____. La fuerza neta tendría la forma de la curva _____. La velocidad quedaría representada por la curva _____.



5 15 68 63

Pase al 3-30.

3-29 *(del 3-16)* La constante de fuerza $k = \frac{F}{x}$ tiene unidades de dina/cm. Pero las dinas (masa por aceleración) tienen unidades de _____.

35

Pase al 3-26.

3-30 *(del 3-28)*

Si se empujan dos átomos de hidrógeno, uno contra otro, entre los dos protones aparecerá una fuerza de repulsión, según se muestra en la Fig. 1. Por otra parte, las atracciones entre los electrones y los protones contribuyen a una fuerza de atracción del tipo mostrado en la Fig. 2. De la suma de las dos curvas, resulta una fuerza neta entre los dos átomos de hidrógeno de la forma mostrada en la Fig. 3. La posición de equilibrio tiene el valor $r_0 = 4 \times 10^{-9}$ cm. En esta posición, la pendiente de la curva es $\frac{\Delta F}{\Delta r} = -1.1 \times 10^6$ dinas/cm. Si los dos protones se aproximan hasta 10^{-9} cm (ahora $r = 3 \times 10^{-9}$ cm), la fuerza neta sobre cada uno de ellos será [cero ; de repulsión ; de atracción].

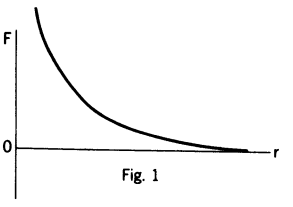


Fig. 1

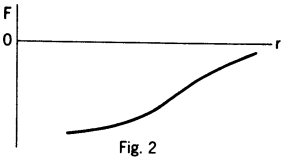


Fig. 2

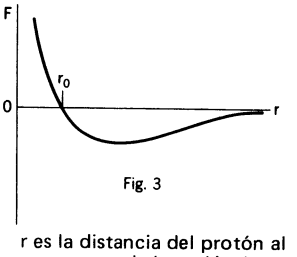


Fig. 3

r es la distancia del protón al centro de la molécula

66

El valor de esta fuerza será _____ dinas. **27**

Sea f el valor de esta fuerza restauradora y x el desplazamiento de la posición de equilibrio. Luego, $f = -(1.1 \times 10^6)x$ en dinas [*cierto* ; *falso*]. **41**

Si la masa del protón es 1.67×10^{-24} gr, la relación entre la aceleración y el desplazamiento será $a = -(0.66 \times 10^{30})x$ en cm/seg^2 [*cierto* ; *falso*]. **24**

Si T es el período de oscilación de los dos protones en la molécula de hidrógeno, entonces $a = -\frac{4\pi^2}{T^2}x$ [*cierto* ; *falso*]. **59**

La cantidad $\frac{4\pi^2}{T^2}$ tiene el valor _____. **64**

Pase al 3-24.

3-31 *(del 3-4)* Cuestionario de repaso: Hemos visto que la primera ley de Newton se aplica a cuerpos que se mueven con velocidad constante, así como a cuerpos en reposo. Por otra parte, la primera ley de Newton se aplica sólo si la suma vectorial de todas las fuerzas externas es cero. Hagamos un examen breve sobre esto:

1. Si un cuerpo está en reposo, cada una de las fuerzas externas que actúan sobre éste, deben ser necesariamente cero. ¿cierto o falso?_____.
2. La fuerza neta en un cuerpo siempre será cero, si el cuerpo se encuentra en _____.
3. Para que un cuerpo se mueva con velocidad constante, no deben existir fuerzas de fricción, ¿cierto o falso?_____.
4. Escoja la respuesta correcta:

   La primera ley de Newton se cumple para

   ____observadores estacionarios.

   ____observadores que se mueven con velocidad constante.

   ____observadores acelerados.

   ____para cualquier observador.

   Un cuerpo se moverá con velocidad constante si:

   ____existe una fuerza neta constante actuando sobre él

   ____la suma vectorial de todas las fuerzas externas es cero.

   ____ninguna de las dos.

Pase al 3-6.

3-32 Cuestionario de repaso:

(del 3-17)

1. La fuerza neta sobre cualquier masa M será siempre igual a M veces la aceleración de M.

   cierto _____

   falso _____

2. Despreciando la rotación de la Tierra, la fuerza neta de una masa M que descansa sobre una mesa es _____.

3. La fuerza neta sobre un satélite de masa M que vuela a baja altura, es _____.

4. Haga una lista de las diferentes fuerzas que actúan sobre el segundo vagón de un ferrocarril.

   1. _____ , 2. _____ , 3 _____ ,

   4. _____ , 5. _____

5. ¿Cuál es la relación entre el desplazamiento y la aceleración en el MAS? Dé su respuesta, en términos del período T (Sugerencia: vea el cuadro 3-27).

   $$\frac{x}{a} = \text{\_\_\_\_\_}.$$

6. Si $F = \frac{1}{C}x$, ¿cuáles son las unidades de C en gr, cm y seg?

   Unidades de C = _____.

Hoja de respuestas

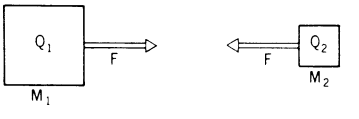
Número Guía	Respuesta
1	cierto
2	cero
3	$Mg \tan\theta$
4	fuerza neta
5	t_2
6	$\frac{2\pi x_0}{T}$
7	continuará a 60 Km/h
8	cierto
9	Ma
10	$M_2 g$
11	7.74×10^{-15}
12	cero
13	cierto
14	F_{ap}
15	B
16	cierto
17	$2\pi \sqrt{\frac{L \cos\theta}{g}}$
18	gr/seg^2
19	$M_2 - M_2$'
20	falso
21	cierto
22	falso
23	$-\frac{xk}{M}$
24	cierto
25	$F_2 \operatorname{sen}\theta$
26	cero
27	1.1×10^{-3}
28	cierto
29	$\frac{M_2 g}{M_1 + M_2}$
30	cierto
31	cierto
32	tercera
33	tensión
34	$\tan\theta$
35	gr cm/seg^2
36	igual a
37	200
38	$\frac{a}{g}$
39	$\frac{2\pi}{T}\sqrt{x_0^2 - x^2}$
40	$M_2 g$

Número Guía	Respuesta
41	cierto
42	$Mg \operatorname{sen}\theta$
43	$\tan\theta$
44	falso
45	cierto
46	$\frac{M_1}{M_2}$
47	$\frac{k}{M}$
48	cierto
49	$\vec{F}_3$
50	Mg
51	menor que
52	cierto
53	B
54	4
55	$\frac{y}{x_0}$
56	falso
57	cierto
58	g $\operatorname{sen}\theta$
59	cierto
60	V_x
61	cierto
62	cero
63	C
64	$.66 \times 10^{30}$
65	1.29×10^{14}
66	repulsión
67	seg^2
68	B
69	hacia el centro del círculo
70	400
71	cierto
72	cierto
73	cierto
74	F_1
75	$-\vec{F}_3$
76	ninguno
77	cierto
78	cero
79	cierto
80	hacia arriba, pero perpendicular a la superficie
81	falso

Capítulo 4

GRAVITACION

4-1 Suponga que Newton hubiera definido una cantidad física Q llamada carga gravitacional, la cual fuera proporcional a la fuerza gravitacional y el origen de la gravedad. Su ley de la gravitación universal sería entonces: $F = \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$, donde Q_1 es la cantidad de carga gravitacional asociada con la masa M_1 y Q_2 la cantidad asociada a M_2. Usando unidades CGS, considere dos cuerpos idénticos, cada uno con una unidad de Q y separados por 1 cm.



De acuerdo con la ecuación $F = \frac{Q^2}{r^2}$, la fuerza de atracción sería de _____ **30** dinas.

Si es incorrecto, pase al 4-7 ; si es correcto, pase al 4-2.

4-2 *(del 4-1 ó 4-8)* Para que exista una fuerza de 1 dina a una separación de 1 cm, las masas de los dos cuerpos idénticos deberían ser [1 ; G ; $\frac{1}{G}$; $\sqrt{G}$; $\frac{1}{\sqrt{G}}$; ninguna de éstas]. (Use la relación $F = \frac{GM^2}{r^2}$.) **48**

Pase al 4-8.

4-3 *(del 4-8)*

La relación fija entre la carga gravitacional (la propiedad de un cuerpo, a la que se atribuye la fuerza gravitacional) y la masa (la relación $\frac{F_{neta}}{a}$ siempre que un cuerpo esté acelerado) sería entonces: $Q = \left[M \; ; \sqrt{GM} \; ; \sqrt{\frac{1}{G}} M \; ; \; GM \; ; \frac{M}{G} \right]$. El resultado que se obtendría con mitades experimentales sería que la carga gravitacional y la masa inercial siempre son proporcionales. **39**

Este resultado es un enunciado del principio de equivalencia [*cierto* ; *falso*] **12**

Pase al 4-4.

4-4 *(del 4-3)*

Si en vez de esto, Newton hubiera definido la carga gravitacional por la ecuación $F = G \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$, donde G tiene el valor $G = 6.67 \times 10^{-8}$ en unidades CGS, la relación entre Q y M sería $Q =$ _____. **18**

Pase al 4-5.

4-5 *(del 4-4)*

En efecto, esto es lo que hizo Newton y el resultado $Q = M$ es lo que se llama el principio de equivalencia. Sobre la base de los experimentos, se puede substituir la cantidad denominada carga gravitacional (también llamada masa gravitacional) por la cantidad masa (también llamada masa inercial). El punto importante aquí es, que hasta que no se efectuaron los experimentos, no podía ser obvio que las dos siempre serían la misma. El hecho experimental de que sean iguales, debe interpretarse como una ley fundamental de la naturaleza, con un significado profundo.

Pase al 4-9.

4-6 *(del 4-21 ó 4-31)*

La fuerza centrípeta tiene el mismo valor que $\frac{GM_e m}{R_1^{\,2}}$ [*cierto* ; *falso*]. **56**

Pase al 4-20.

4-7 *(del 4-1)* Si en la ecuación $F = \frac{Q^2}{r^2}$ se hace $Q = 1$ se obtiene $F =$ [$\frac{1}{r^2}$; $\frac{G}{r^2}$; ninguno]. **62**

Si en la misma ecuación también se le da a r el valor de 1, se obtiene $F = \frac{1}{1^2} = 1$ dina.

Pase al 4-2.

4-8 *(del 4-2)* Si en la ecuación $F = \frac{GM^2}{r^2}$, tanto F, como r, son iguales a 1, se obtiene:

$1 = \frac{GM^2}{1}$ [*cierto* ; *falso*]. **5**

ó $M^2 =$_____. **32**

Pase al 4-3.

4-9 *(del 4-5)* Si se duplicara la masa de la Tierra y su radio se mantuviera el mismo [el peso ; la masa] de todos los cuerpos sería [doble ; triple cuádruple]. **37 50**

Si se mantuviera igual la masa de la Tierra, pero su radio se redujera a la mitad, el peso de todos los cuerpos sería [la mitad ; el mismo ; el doble ; ninguno de éstos]. **21**

Si está incorrecto, pase al 4-17 ; si está correcto, pase al 4-12.

4-10 *(del 4-27)* Si el radio de la órbita de la Luna fuera 4 veces menor, la circunferencia sería _____ veces menor. Si la circunferencia fuese estas veces más pequeña y la velocidad dos veces mayor, la Luna recorrería la circunferencia _____ veces más rápido. **51 9**

Sugerencia $v = 2\pi\frac{R}{T}$ o $T = 2\pi\frac{R}{v}$.

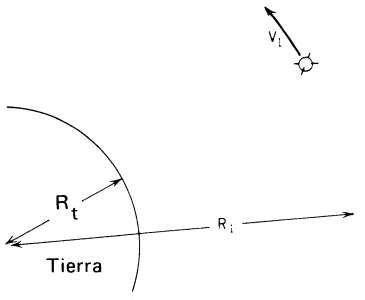
Pase al 4-28.

4-11 *(del 4-34)* El peso de un hombre en caída libre es [0 ; Mg ; Ma ; ninguno de éstos]. **16**

Pase al 4-42.

4-12 *(del 4-9 ó 4-17)* Un satélite terrestre de masa m está en una órbita circular de radio R_1 y su velocidad es v_1.

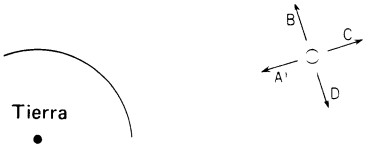
El satélite se está acelerando [*cierto* ; *falso*].



28

Si es incorrecto, pase al 4-18 ; si es correcto, pase al 4-13.

4-13 *(del 4-12)* La dirección de la aceleración del satélite es [A ; B ; C ; D ; ninguno de éstos].



41

Pase al 4-19.

4-14 *(del 4-19)* La fuerza gravitacional que actúa sobre el satélite es $\left[\frac{M_t M}{R_1^2}\right.$; $\frac{GM_t m}{R_e^2}$; $\left.\frac{GM_t m}{R_1}\right.$; ninguno de éstos $\left.\right]$, donde M_t es la masa de la Tierra.

59

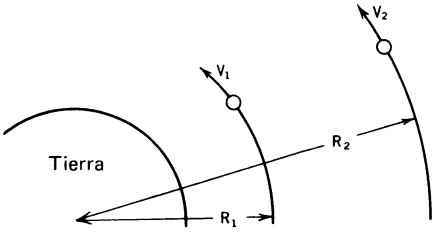
Si es incorrecto, pase al 4-22 ; si es correcto, pase al 4-15.

4-15 *(del 4-14 ó 4-22)* Tanto la fuerza gravitacional como la centrípeta actúan independientemente sobre m, es decir, la fuerza neta, es la suma de las dos [*cierto* ; *falso*].

22

Si es incorrecto, pase al 4-23 ; si es correcto, pase al 4-21.

4-16 *(del 4-20)* Otro satélite terrestre tiene una velocidad circular v_2 y se encuentra a una distancia R_2. Luego, $\frac{v_2}{v_1}$ =_____. Dé la respuesta, en términos de R_1 y R_2.



8

Pase al 4-26.

4-17 *(del 4-9)* Si $F_g = G\frac{M_t M}{R_t^2}$ y $F_g' = G\frac{M_t M}{\left(\frac{1}{2}R_t\right)^2}$, entonces $\frac{F_g'}{Fg}$ =_____.

1

Pase al 4-12.

4-18 *(del 4-12)* Cualquier objeto que se mueva uniformemente en un círculo deberá tener una aceleración $a_c = \frac{v^2}{r}$. Aparentemente, usted no ha entendido aún la aceleración centrípeta. Si éste es el caso, le recomendamos que regrese al capítulo 2, tome otro ejemplar de este manual y vuelva a estudiar los capítulos 2 y 3, sin ver su trabajo anterior.

Pase al cuadro 2-1 del capítulo 2.

4-19 *(del 4-13)* La fuerza centrípeta que actúa sobre el satélite es

$$\left[\frac{v_1^2}{R_1} \; ; \; \frac{mv_1^2}{R_1} \; ; \; \frac{mv_1^2}{R_1 - R_e} \; ; \; \frac{mv_1^2}{R_e} \; ; \text{ ninguno de éstos} \right]. \quad \textbf{33}$$

Pase al 4-14.

4-20 *(del 4-6)* $\frac{v_1^2}{R_1} = \frac{GM_t}{R_1^2}$ [*cierto* ; *falso*]. **47**

Entonces, $v_1 = \left[\frac{GM_t}{R_1} \; ; \; \sqrt{\frac{GM_t}{R_1^3}} \; ; \; \sqrt{\frac{GM_t}{R_1}} \; ; \; \frac{GM_t}{R_1^3} \; ; \text{ ninguno de éstos} \right]$. **15**

Pase al 4-16.

4-21 *(del 4-15 ó 4-24)* La fuerza centrípeta necesaria para mantener en órbita al satélite la proporciona [el empuje de los cohetes ; la atracción gravitacional terrestre ; por ninguno de los dos ; es cero]. **60**

Pase al 4-6.

4-22 *(del 4-14)* La fuerza gravitacional se obtiene substituyendo $R = R_1$ en la fórmula $F = \frac{GM_t m}{R^2}$ [*cierto* ; *falso*]. **55**

Pase al 4-15.

4-23 *(del 4-15)* Usted tiene serias dificultades en entender el principio básico de los satélites terrestres.

Su respuesta viola también la ecuación $F_{\text{neta}} = ma$. Y, además, usted supuso que $F_{\text{neta}} = \frac{GM_t m}{R_1^{\,2}} + \frac{mv_1^{\,2}}{R_1}$ o que $F_{\text{neta}} = 0$.

Pero Newton afirma que $F_{\text{neta}} = ma$, donde $a = \frac{v_1^{\,2}}{R_1}$ es la aceleración.

Consecuentemente, surge la pregunta: ¿De dónde proviene F_{neta}? La respuesta es: de la gravedad, y su valor es $G\frac{M_e m}{R_1^{\,2}}$.

Pase al 4-31.

4-24 *(del 4-31)* El examen del cuadro anterior (4-23), acaba de explicarle que F_{neta} se debe a la gravedad. Este programa le recomienda que adquiera un nuevo Manual programado y que empiece con el capítulo 2. Si piensa que ya ha entendido lo referente a fuerzas sobre satélites terrestres, pase al cuadro 4-21.

Pase al capítulo 2 ó al cuadro 4-21.

4-25 *(del 4-38)* Si $v^2 = 4gR$, la aceleración es $\frac{v^2}{R} = 4g$ [*cierto* ; *falso*]. **46**

Pase al 4-39.

4-26 *(del 4-16)* Si el radio de la órbita lunar se modificara de tal modo que la nueva velocidad circular fuera el doble de la velocidad actual, el radio de esta nueva órbita sería $\left[\frac{1}{4} ; \frac{1}{2} ; 2 ; 4 ;$ ninguno de éstos$\right]$ veces el radio actual. **3**

Pase al 4-27.

4-27 *(del 4-26)* El período de esta nueva órbita sería _____veces el período actual. **25**

Si es incorrecta, pase al 4-10 ; si es correcta, pase al 4-28.

4-28 *(del 4-27 ó 4-10)*

La tercera ley de Kepler establece que $\left(\frac{T'}{T}\right)^2 = \left(\frac{R'}{R}\right)^3$. En el problema anterior, la relación de las dos distancias es $\frac{R'}{R} = \frac{1}{4}$. Luego, la cantidad $\left(\frac{T'}{T}\right)^2$ será: _____ . **19**

La cantidad $\left(\frac{R'}{R}\right)^{\frac{3}{2}}$ es $\frac{T'}{T}$ [*cierto* ; *falso*] **58**

La cantidad $\left(\frac{R'}{R}\right)^{\frac{3}{2}}$ tiene el valor _____. **38**

Pase al 4-29.

4-29 *(del 4-28)*

Si la Luna tuviera el doble de la masa que tiene y se mantuviera en una órbita circular con el radio actual, el período de esta luna más pesada sería _____ **10** veces el período actual.

Si es incorrecta, pase al 4-37 ; si es correcta, pase al 4-38.

4-30 *(del 4-33 ó 4-43)*

El peso de un hombre siempre es proporcional a su aceleración [*cierto* ; *falso*] . **17**

Pase al 4-34.

4-31 *(del 4-23)*

La fuerza centrípeta necesaria para mantener en órbita el satélite la proporciona [el empuje de los cohetes ; la atracción gravitacional terrestre ; ninguno de éstos ; es cero] . **43**

Si es incorrecta, pase al 4-24 ; si es c rrecta, pase al 4-6.

4-32 *(del 4-45)*

[Kepler ; Newton ; Galileo] usó la [inducción ; deducción] lógica para generalizar a partir de las observaciones de Marte, el hecho de que todos los planetas deben recorrer órbitas [elípticas ; circulares] . **61** **7** **20**

Pase al 4-33.

4-33 *(del 4-32)*

La fuerza de la gravedad sobre un cuerpo siempre es proporcional a su aceleración [*cierto* ; *falso*] . **14**

Si es incorrecta, pase al 4-43 ; si es correcta, pase al 4-30.

4-34 *(del 4-30)* El peso de un hombre siempre es proporcional a la fuerza de la gravedad que actúa sobre él [*cierto* ; *falso*]. En este manual, se usa una definición fisiológica de peso; a saber, un pasajero en un satélite terrestre que no gira sobre sí mismo, tiene un peso igual a cero. **26**

Si es incorrecta, pase al 4-11 ; si es correcta, pase al 4-42.

4-35 *(del 4-40)* Si la fuerza neta sobre un satélite terrestre fuera igual a cero, su trayectoria sería una línea recta, en vez de un círculo. [*cierto* ; *falso*]. **53**

Pase al 4-36.

4-36 *(del 4-35)* La fuerza neta sobre un satélite terrestre es la suma vectorial de la fuerza gravitacional y la fuerza centrípeta [*cierto* ; *falso*]. **57**

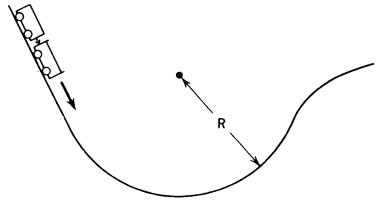
Pase al 4-41

4-37 *(del 4-29)* La tercera ley de Kepler establece que el período depende de la masa del satélite [*cierto* ; *falso*]. **2**

Un satélite artificial en una órbita circular de radio R = 386,400 Km (igual al de la Luna) tendría el mismo período que la Luna [*cierto* ; *falso*]. **35**

Pase al 4-38.

4-38 *(del 4-29 ó 4-37)* Un carro de montaña rusa tiene una velocidad máxima de $v = \sqrt{4gR}$ donde R es el radio de curvatura de la depresión. Cuando el carro se encuentra en el fondo de la depresión, su aceleración es _____. **13**



Si es incorrecta, pase al 4-25 ; si es correcta, pase al 4-39.

4-39 *(del 4-38 ó 4-25)* Considere a un hombre de masa M dentro del carro. La fuerza neta sobre él es _____. **54**

Si es incorrecta, pase al 4-44 ; si es correcta, pase al 4-45.

4-40 *(del 4-42)* Puesto que la fuerza neta sobre un satélite terrestre es la suma vectorial de la fuerza gravitacional y la fuerza centrípeta, la fuerza neta es cero [*cierto* ; *falso*] . **40**

Si es incorrecta, pase al 4-35 ; si es correcta, pase al 4-46.

4-41 *(del 4-36)* Considere un satélite terrestre en una órbita circular.

La fuerza neta es igual a la fuerza gravitacional [*cierto* ; *falso*] . **23**

La fuerza neta es igual a la fuerza centrípeta [*cierto* ; *falso*] . **4**

Pase al 4-46.

4-42 *(del 4-34 ó 4-11)* ¿Pudo haber medido Newton la masa de Júpiter? Newton sabía, del trabajo de Galileo, que *Io*, una Luna de Júpiter, tenía un período de 1.77 días o $T = 1.53 \times 10^5$ seg. El radio de la órbita de *Io* es $R = 4.22 \times 10^5$ Km. Si M_j es la masa de Júpiter, entonces la aceleración centrípeta de *Io* es, $\left[\frac{4\pi^2}{T^2} R^2 \right.$; $\frac{4\pi^2}{T^2 R}$; $\frac{4\pi^2 R}{T^2}$; ninguno de éstos $\left.\right]$. **31**

La aceleración centrípeta debe ser igual a la aceleración debida a la gravedad de Júpiter [*cierto* ; *falso*] . **34**

En la posición de *Io*, la aceleración debida a la gravedad de Júpiter es $\left[\frac{GM_jM_{Io}}{R^2} \right.$; $\frac{GM_j}{R}$; $\frac{GM_j}{R^2}$; ninguno de éstos $\left.\right]$. Para obtener la masa de Júpiter, se igualan los resultados anteriores: **6**

$M_j =$_____. **42**

El resultado numérico de M_j es _____Kg. **11**

Pase al 4-40.

4-43 *(del 4-33)* La fuerza gravitacional sobre una masa M en reposo en la superficie de la Tierra es $F_g = \left[0 \right.$; Mg ; GM_tM ; $\frac{GM_t}{R_t^2}$; ninguno de éstos $\left.\right]$. **24**

4-44 *(del 4-39)* Recuerde $F_{\text{neta}} = Ma$. Si $a = 4g$, F_{neta} será M veces $4g$ [*cierto* ; *falso*] . **52**

A estas alturas usted probablemente se habrá dado cuenta de que $F = Ma$ no es tan simple como parece.

Pase al 4-45.

4-45 *(ael 4-39 ó 4-44)*

Sea F' la fuerza con que el asiento empuja al hombre hacia arriba. Luego, $F' = Ma = 4Mg$ [*cierto* ; *falso*] . **27**

Existe una fuerza debida a la gravedad que empuja al hombre hacia abajo y cuya magnitud es $F_g = Mg$ [*cierto* ; *falso*] . **29**

La magnitud de la fuerza neta sobre el hombre es [$F' + F_g$; $F' - F_g$; ninguno de éstos] . **45**

$F' - F_g =$ [2 ; 3 ; 4 ; 5] Mg. **36**

La fuerza con la que el asiento empuja al hombre hacia arriba es [3 ; 4 ; 5] Mg. **44**

El hombre sentirá [2 ; 3 ; 4 ; 5 ; ninguna de éstas] veces su peso normal. **49**

Pase al 4-32.

4-46 *(del 4-40 ó 4-41)*

Cuestionario de repaso:

Este es un breve examen sobre el capítulo 4. Use lápiz.

1. De acuerdo con el principio de equivalencia, la carga gravitacional debería ser exactamente proporcional a _____ .
2. ¿Qué cantidades se necesitan conocer para calcular la masa del Sol? (Vea el cuadro 4-42) _____ .
3. El peso siempre es igual a la fuerza gravitacional.

   Cierto _____

   Falso _____
4. El período de un satélite (aumenta, disminuye) al aumentar el radio de su órbita. Cuando la masa aumenta, el período (aumenta ; disminuye ; permanece igual). (Subraye la respuesta correcta).
5. Para un satélite terrestre, en una órbita circular, la fuerza neta es $\frac{mv^2}{R}$. Cierto _____

   Falso _____

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuesta
1	4
2	falso
3	$\frac{1}{4}$
4	cierto
5	cierto
6	$\sqrt{\frac{GM_j}{R^2}}$
7	inducción
8	$\sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$
9	8
10	1
11	1.9×10^{27}
12	cierto
13	4_g
14	falso
15	$\sqrt{\frac{GM_t}{R_1}}$
16	cero
17	falso
18	M
19	$\frac{1}{64}$
20	elípticas
21	ninguno
22	falso
23	cierto
24	Mg
25	$\frac{1}{8}$
26	falso
27	falso
28	cierto
29	cierto
30	1
31	$\frac{4\pi^2 R}{T^2}$
32	$\frac{1}{G}$
33	$\frac{mv_1^2}{R_1}$
34	cierto
35	cierto
36	4
37	el peso
38	$\frac{1}{8}$
39	$\sqrt{GM}$
40	falso
41	A
42	$\frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}$
43	La atracción gravitacional terrestre.
44	5
45	$F' - F_g$
46	cierto
47	cierto
48	$\frac{1}{\sqrt{G}}$
49	5
50	doble
51	4
52	cierto
53	cierto
54	$4\,Mg$
55	cierto
56	cierto
57	falso
58	cierto
59	ninguno
60	la atracción gravitacional terrestre
61	Kepler
62	$\frac{1}{r^2}$

Capítulo 5

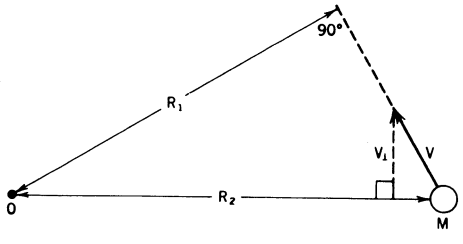
IMPULSO ANGULAR Y ENERGIA

5-1 La ley de la conservación del impulso establece que la suma vectorial de los impulsos de dos objetos cualesquiera debe permanecer siempre constante [*cierto* ; *falso*] . **130**

Pase al 5-6.

5-2 *(del 5-6)* El impulso angular de la masa M con respecto a O es [$MR_1V_\perp$; MR_2V ; $MR_2V_\perp$] . **42**

El impulso angular también es igual a R_1MV [*cierto* ; *falso*] . **23**



Si es incorrecto , pase al 5-7 ; si es correcto, pase al 5-3.

5-3 *(del 5-2 ó 5-7)* Un hombre mantiene en alto por encima de su cabeza una rueda de bicicleta en rotación (el eje de la rueda es vertical). Vista desde arriba, la rueda gira en el sentido de las manecillas del reloj. El hombre se sube ahora a una mesa giratoria sin fricción (una plataforma que gira libremente).

En ausencia de cualquier fricción debida a la resistencia del aire, la mesa giratoria empezará a girar vista desde arriba, [en el sentido de las manecillas del reloj ; en sentido contrario ; o en ninguno de éstos] . **78**

Si el hombre detiene la rueda de bicicleta, tratando de agarrar el borde empezará a girar [en el sentido de las manecillas del reloj ; en sentido contrario ; ninguno de éstos] . **95**

Si es incorrecto, pase al 5-9 ; si es correcto, pase al 5-4.

5-4 *(del 5-3 ó 5-9)*

El hombre se sube a la mesa giratoria con la rueda de bicicleta en reposo (sin rotación). Cuando se encuentra en la mesa, hace girar la rueda en el sentido de las manecillas del reloj (vista desde arriba), empujando la llanta con su mano.

El hombre girará entonces [en el sentido de las manecillas del reloj ; en el sentido contrario ; en ninguno de éstos] . **6**

Excepto por la dirección, el impulso angular del hombre será [igual a ; menor que ; mayor que] el de la rueda. **08**

Después, el hombre baja la rueda y al hacerlo, la invierte de manera que ésta queda girando en sentido contrario de las manecillas del reloj, con la misma velocidad que tenía antes. El hombre girará ahora [en el sentido de las manecillas del reloj ; en sentido contrario ; en ninguno de éstos] con la [misma ; doble ; ninguna de éstas] velocidad de rotación. **52** **91**

Finalmente, el hombre roza el borde de esta rueda invertida hasta detener su rotación. ¿En qué dirección estará girando ahora el hombre?_____.

Girará con la misma velocidad que tenía al principio, cuando mantenía la rueda en lo alto.

[*cierto* ; *falso*] . **20**

Si alguna de las respuestas de este cuadro es incorrecta, pase al 5-5 ; si todas están correctas, pase al 5-37.

5-5 *(del 5-4)*

En el problema anterior, cuando el hombre se subió a la mesa giratoria con la rueda en reposo, el impulso angular del sistema (hombre más rueda) era cero [*cierto* ; *falso*] . En todos los estados subsecuentes del problema, **82** el impulso angular total del sistema era cero [*cierto* ; *falso*] . **100**

Pase al 5-8.

5-6 *(del 5-1)*

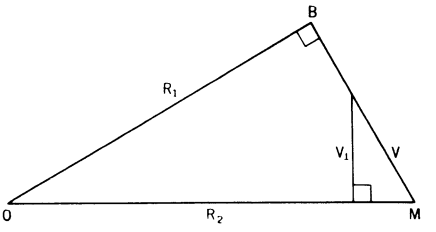
Por sistema cerrado, se entiende que las partículas no deben estar bajo la influencia de fuerzas [internas ; externas] . **142**

La suma vectorial de los impulsos de dos objetos cualesquiera permanecerá igual, si no se encuentran bajo la influencia de fuerzas externas [*cierto* ; *falso*] . **75**

Pase al 5-2.

5-7 *(del 5-2)*

El triángulo *OBM* es [congruente ; similar ; ninguno de éstos] al pequeño triángulo que tiene a V por hipotenusa. **90**



Por consiguiente, $\frac{V_\perp}{V} =$_____. **17**

Por tanto $R_1 V = R_2 V_\perp$

Y $MR_1 V = MR_2 V_\perp$, que es el impulso angular de M [*cierto* ; *falso*]. **11**

Pase al 5-3.

5-8 *(del 5-5)*

La Tierra se encuentra más próxima al Sol durante el invierno. En esa época del año, su velocidad orbital es [mayor ; menor ; la misma] que tiene en verano. **132**

En el invierno, la Tierra tiene un impulso angular [mayor ; menor ; igual] que en el verano. **53**

Pase al 5-37.

5-9 *(del 5-3)*

El impulso angular inicial del hombre más la rueda era [en el sentido de las manecillas del reloj ; en el sentido contrario ; cero]. **80**

Después de rozar la llanta, el impulso angular del hombre más la rueda [aumentará ; disminuirá ; permanecerá igual]. **68**

Pase al 5-4.

5-10 *(del 5-37 ó 5-48)*

Las unidades de la dina son_____. **79**

El $\left(\frac{\text{impulso angular}}{\text{seg}}\right)$ tiene las mismas unidades en gr, cm y seg, que el momento de torsión o torca [*cierto* ; *falso*]. **47**

La torca tiene las mismas unidades en gr, cm y seg, que la energía [*cierto* ; *falso*]. **12**

$\frac{\text{Dinas}}{\text{cm}}$ tiene las mismas unidades que los ergs [*cierto* ; *falso*]. **1**

Dinas multiplicadas por cm tiene las mismas unidades que los ergs [*cierto* ; *falso*]. **57**

Pase al 5-11.

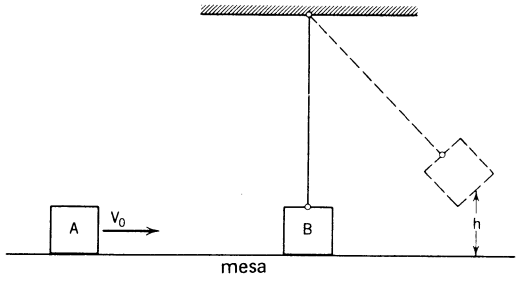
5-11 *(del 5-10)* Si se realiza trabajo sobre una masa M, su energía cinética aumenta necesariamente [*cierto* ; *falso*]. **84**

Si es incorrecto, pase al 5-22 ; si es correcto, pase al 5-12.

5-12 *(del 5-11 ó 5-22)* En ausencia de fricción, la suma de las energías cinéticas y potencial permanecerá constante [*cierto* ; *falso*]. **61**

Si es incorrecto, pase al 5-23 ; si es correcto, pase al 5-24.

5-13 *(del 5-24 ó 5-17)* Considere un bloque de masa M que se desliza sobre una superficie horizontal, sin fricción, con velocidad V_o. Más tarde, choca con otra masa idéntica que cuelga de una cuerda. Suponga que la colisión es elástica (no se pierde E_c durante la colisión). Después de la colisión, la E_c de la masa en la cuerda será_____. Esta masa se balancea, alcanzando una altura máxima h. Luego, su energía potencial es [Mgh ; $\frac{1}{2}Mgh$; ninguna]. En este momento, su energía potencial también tiene el valor [$\frac{1}{2}MV_o^2$; $\frac{1}{4}MV_o^2$; MV_o ; ninguno de éstos]. La altura h tiene el valor $h =$ _____.



128 **92** **140** **119**

Pase al 5-14.

5-14 *(del 5-13)* Ahora repita el problema anterior, suponiendo una colisión completamente no elástica (las dos masas quedan pegadas una a otra después de la colisión).

La E_c total, inmediatamente después de la colisión, será [menor que ; mayor que ; igual a] la E_c total justo antes de la colisión. **43**

El impulso total, inmediatamente después de la colisión, será [mayor ; menor ; el mismo] que el impulso total justo antes de la colisión. **99**

El impulso total después de la colisión será _____. **121**

La velocidad del bloque A justo después de la colisión será _____. **103**

La E_c del bloque A inmediatamente después de la colisión será _____veces la E_c original. **126**

Si es incorrecto, pase al 5-25 ; si es correcto, pase al 5-15.

5-15 *(del 5-14 ó 5-25)* La pérdida total de E_c durante la colisión es _____. La energía mecánica [se pierde ; aumenta ; se conserva] durante esta colisión no elástica. Si h' es la altura máxima que alcanzan los bloques después de la colisión no elástica, la energía potencial total en esta posición es _____. **2** **64** **38**

Esta cantidad de energía potencial tiene el valor:

$\left[\frac{MV_o^2}{8} \; ; \; \frac{1}{4}MV_o^2 \; ; \; \frac{1}{2}MV_o^2\right]$. También tiene el valor $2Mgh'$ [*cierto* ; *falso*]. **104** **14**

Por consiguiente, la altura $h' =$ _____. **71**

La cantidad de energía calorífica producida en esta colisión es $\left[0 \; ; \frac{MV_o^2}{8} \; ; \; \frac{1}{4}MV_o^2 ; \frac{1}{2}MV_o^2 ;$ ninguna de éstas $\right]$. Esta cantidad de calor tiene también el valor: $\left[\left(\frac{1}{2}MV_o^2 - Mgh'\right) \; ; \; 0 \; ; \left(\frac{1}{2}MV_o^2 - 2Mgh'\right) ;$ ninguno de éstos$\right]$. **26** **110**

En la altura máxima h', la energía potencial más la [energía calorífica ; energía cinética] es igual a la energía cinética inicial. **122**

Pase al 5-27.

5-16 *(del 5-28)* El problema que no pudo resolver es, esencialmente, el mismo que el de la montaña rusa del capítulo 4, el cual ya ha estudiado (vea el capítulo 4, cuadro 4-38).

Existen_____ fuerzas externas que actúan sobre el hombre. **87**

La fuerza de gravedad lo jala hacia abajo con una intensidad [0 ; 1 ; 2 ; 4] *mg*. **9**

La fuerza del piso, o del asiento, lo empuja hacia arriba con tal intensidad, que el resultado es F_{neta} = _____ mg. **51**

La fuerza del asiento es $F_{asiento}$ =_____ mg. **116**

El peso aparente del hombre es la fuerza con la que su cuerpo empuja al asiento [*cierto* ; *falso*] . **137**

El peso aparente del hombre tiene el mismo valor que F_{neta} [*cierto* ; *falso*] . **48**

El peso aparente del hombre tiene el mismo valor que $F_{asiento}$ [*cierto* ; *falso*] . **94**

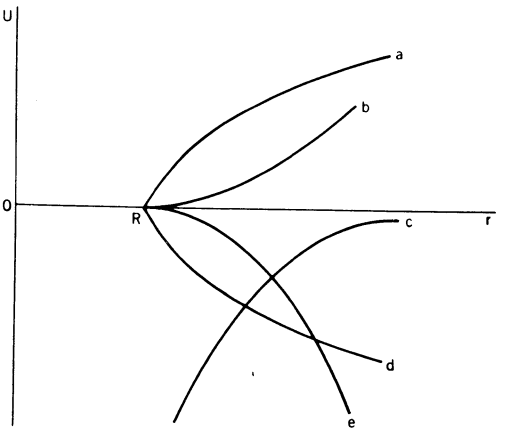
Pase al 5-30.

5-17 *(del 5-24)* ¿Qué pasa con la fricción? La energía cinética puede convertirse en energía calorífica [*cierto* ; *falso*] . **124**

La energía potencial puede convertirse en energía calorífica [*cierto* ; *falso*] . **136**

Pase al 5-13.

5-18 *(del 5-31)* La energía potencial gravitacional, a una distancia r de la superficie de la Tierra, tiene el valor $U = mgR^2\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r}\right)$, en donde R es el radio de la Tierra. La curva _____ es una gráfica de esta energía potencial.



El máximo valor posible de U es _____.

$U_{máx}$ tiene también el valor ___, en donde V_0 es la velocidad de escape.

Pase al 5-19.

5-19 *(del 5-18)* La energía necesaria para poner una cápsula en órbita es _____ veces la energía necesaria para comunicarle a la cápsula la velocidad de escape.

Si es incorrecto, pase al 5-32 ; si es correcto, pase al 5-21.

5-20 *(del 5-29)* Una cantidad dada de cualquier forma de energía, tendrá siempre el mismo valor en masa [*cierto* ; *falso*] .

Pase al 5-33.

5-21 *(del 5-19 ó 5-32)* En ciertos libros de física, se establece que "La masa puede convertirse en energía". Estrictamente hablando, este enunciado es incorrecto [*cierto* ; *falso*] .

Pase al 5-29.

5-22 *(del 5-11)* ¿Qué ocurre si la masa se levanta lentamente de la mesa?

Pase al 5-12.

102

62

40

13

115

117

5-23 *(del 5-12)* La energía total de un sistema no se conserva si existen fuerzas externas. Debe establecerse explícitamente que las leyes de consrevación se refieren sólo a sistemas cerrados.

Pase al 5-24.

5-24 *(del 5-12 ó 5-23)* La suma de las energías cinética y potencial siempre permanecerá constante, en un sistema cerrado [*cierto* ; *falso*]. **44**

Si es incorrecto, pase al 5-17 ; si es correcto, pase al 5-13.

5-25 *(del 5-14)* La energía cinética del bloque A, inmediatamente después de la colisión, será $\frac{1}{2}MV_A^2$, en donde $V_A =$_____ V_o. **77**

Como $\left(\frac{1}{2}V_o\right)^2 = \frac{1}{4}V_o^2$, se tiene que la E_c del bloque $A = \frac{1}{4}\left(\frac{1}{2}MV_o^2\right)$

Luego, la energía cinética de los dos bloques juntos será: $\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}MV_o{}^2\right)$ **19**

[*cierto* ; *falso*].

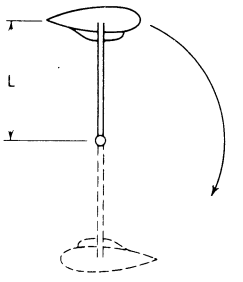
Pase al 5-15.

5-26 *(del 5-34)* La energía potencial de un objeto es igual al trabajo realizado sobre él [por ; en oposición a] una fuerza [conservativa ; no conservativa] **83 21**

La energía potencial [aumenta ; disminuye] cuando el objeto se mueve en la dirección de esta fuerza. **10**

Pase al 5-35.

5-27 *(del 5-15)* Un juego de feria consiste en un carro de masa M sujeto por un brazo de longitud L. El carro se suelta de la posición más alta, donde estaba en reposo. Cuando el carro pasa por la posición horizontal, [el aumento ; la disminución] en su energía potencial será_____.



113 **55**

En la posición horizontal, su energía cinética tendrá el valor: $\left[MgL \ ; \ \frac{1}{2}MgL \ ; \ \frac{1}{\sqrt{2}}\right]$. **35**

Cuando el carro pasa por la posición más baja su energía cinética, tendrá el valor: $\left[\frac{1}{2}MgL \ ; \ MgL \ ; \ 2MgL \ ;$ ninguno de éstos$\right]$. **4**

En esta posición, su velocidad será [$\sqrt{gL}$; $\sqrt{2gL}$; $\sqrt{4gL}$ ninguna de éstas] y su aceleración centrípeta será: [g ; $2g$; $3g$; $4g$; ninguna de éstas]. **97** **134**

En la posición más baja, la aceleración neta será_____. **59**

Cuando pasa a través de la posición más baja, la fuerza neta sobre un hombre de masa M será:_____ mg. **28**

Pase al 5-28.

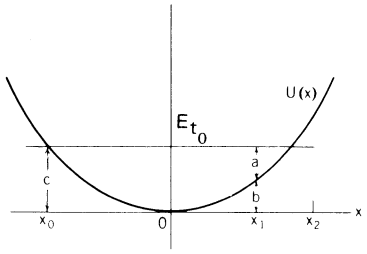
5-28 *(del 5-27)* En la posición más baja, el peso aparente del hombre será_____ veces su peso normal. **66**

Si es incorrecto, pase al 5-16 ; si es correcto, pase al 5-30.

5-29 *(del 5-21)* El enunciado correcto debería ser: "La energía asociada a la masa puede convertirse en otras formas de energía" [*cierto* ; *falso*]. **73**

Pase al 5-20.

5-30 *(del 5-28 ó 5-16)* Una masa M se mueve con MAS. A la derecha se muestra la gráfica de su energía potencial U, como función de la posición x_1. Si su energía total es $(E_t)_o$, su energía cinética en la posición x_1, es [a ; b ; $(a+b)$; $(a-b)$] y su energía potencial es [a , b ; $(a+b)$; $(a-b)$]. La energía mecánica total es [a ; b ; $(a+b)$; $(a-b)$]. Suponga que las cantidades a, b y c, en esta exposición, son ciertas magnitudes de energía (siempre números positivos).



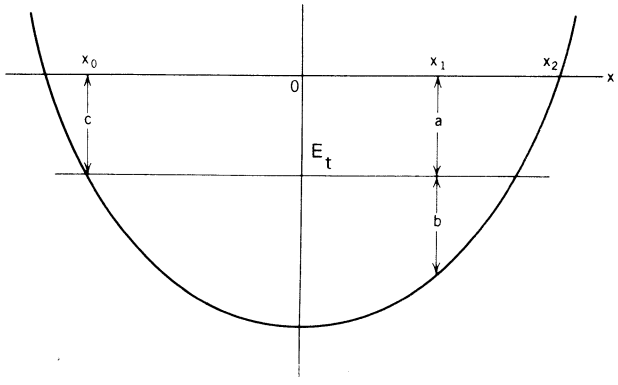
31
106
25

La E_c en la posición x_o es_____ y la energía potencial es_____. 70 89

La energía mecánica total en la posición x_o es_____. 37

Pase al 5-31.

5-31 *(del 5-30)* La posición desde donde se mide el cero de energía es arbitraria. Suponga que fuera conveniente tener $U = 0$ cuando $x = x_2$. Entonces, el diagrama de potencial anterior tendría la siguiente forma a, b y c aún deben ser positivas.



Ahora la energía total $(E_t)_0$ es [positiva ; negativa]. La E_c en la posición x_1 es [a ; b ; (a + b) ; $(a-b)$] ; la energía potencial es [a ; $-a$; b ; $-b$; $(a+b)$; $-(a+b)$] ; y la energía total es [a ; $-a$; $-b$; (a + b) $-(a+b)$].

139
8
46
30

En la posición x_0, la E_c es [0 ; c ; $-c$] ; la energía potencial es [0 ; c ; $-c$] ; y la energía total es [0 ; c ; $-c$].

16
86
112

Pase al 5-18.

5-32 *(del 5-19)*

La condición para una órbita circular es $\frac{V_c^2}{R} =$ [g ; $2g$; ninguna]. **50**

La E_c en una órbita circular es $\frac{1}{2}mV_c^2$ o $\left[\frac{1}{2}mgR \; ; \; mgR \; ; 2mgR \; ; \sqrt{2mgR}\right]$. **7**

La E_c necesaria para escapar es $\frac{1}{2}mV_o^2$, que es [mgR^2 ; mgR ; $2mgR$; **67**

ninguna de éstas].

La última respuesta es_____veces la respuesta anterior. **34**

Pase al 5-21.

5-33 *(del 5-20)*

Un antiprotón es una partícula antipesada. En otras palabras, un protón más un antiprotón hacen un total de cero partículas pesadas. Por consiguiente, al contar partículas pesadas se cuenta cada protón o neutrón como + 1 y cada antiprotón o antineutrón como −1.

Un antiprotón $\overline{P}$ puede producirse bombardeando a un protón con otro de alta energía $P + P \longrightarrow P + P + \overline{P} + ?$

En la reacción anterior, el signo de interrogación representa [ninguna partícula ; un protón ; un antiprotón]. **88**

Si se omite el signo de interrogación, el número total de partículas pesadas en el miembro derecho es_____. De acuerdo con la ley de la conservación **105**

de partículas pesadas, el número total de ellas en el miembro derecho debe ser_____. **141**

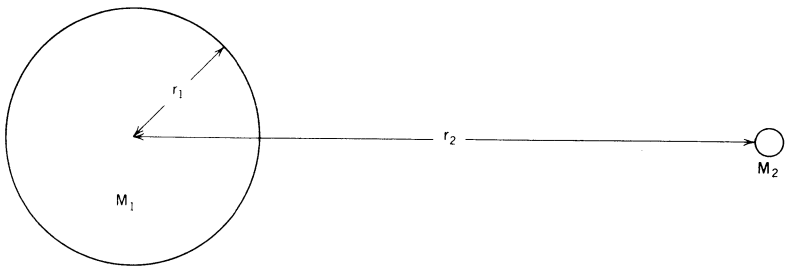
Pase al 5-34.

5-34 *(del 5-33)*

El número total de protones y neutrones, menos el número total de antiprotones y antineutrones, en el universo, debe permanecer constante [*cierto* ; *falso*]. **96**

Pase al 5-26.

5-35
(del 5-26)



Considérese una masa esférica grande M_1 de radio r_1 y una masa pequeña M_2 a una distancia r_2 del centro de la esfera. La diferencia de energía potencial $U_2 - U_1 =$

$\left[GM_1M_2\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\ ;\ GM_1M_2\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\ ;\ \mathrm{M}_1G(r_2 - r_1)\ ;\ \text{ninguna}\right]$. **127**

Este es el trabajo necesario para mover a M_2 de [r_1 a r_2 ; r_2 a r_1 ; ∞ a r_2 ; r_2 a ∞ ; ∞ a r_1]. **65**

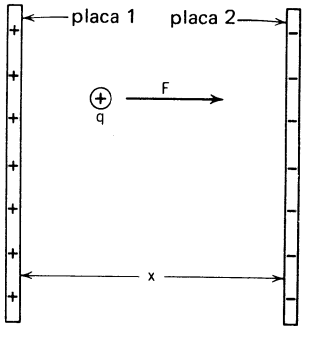
$(U_2 - U_1)$ es una cantidad [positiva ; negativa]. **3**

Pase al 5-36.

5-36
(del 5-35)

Cuando una partícula cargada q se coloca entre dos placas paralelas cargadas, como se muestra, existirá una fuerza eléctrica F sobre ella, dirigida hacia la derecha. Si se ha de hacer trabajo positivo sobre q, debemos moverla de la placa [1 a la 2 ; 2 a la 1]. **39**

La carga q tendrá [mayor ; menor] energía potencial cuando se encuentre en la placa 1 que cuando esté en la 2. **118**



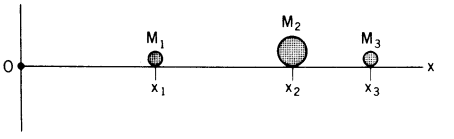
La diferencia de energía potencial entre las dos placas es $\left[Fx\ ;\ \frac{Fx}{q}\ ;\ qFx\ ;\ \frac{q}{x}\right.$ ninguna de éstas$\left.\right]$. **101**

Si se deja a q la libertad de movimiento ésta, se moverá hacia la placa [1 ; 2]. **49**

Por lo tanto su energía potencial [aumentará ; disminuirá] y su energía cinética [aumentará ; disminuirá]. **81** **18**

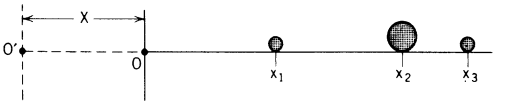
Pase al 5-52.

5-37 *(del 5-4 ó 5-8)* Este cuadro da principio a un examen sobre centros de masas y estática. Si se le han dado indicaciones de no estudiar esto, pase al cuadro 5-10. Suponga que se tienen 3 masas diferentes M_1, M_2 y M_3 localizadas en x_1, x_2 y x_3. El centro de masas estará entonces localizado en x_c = _____.



85

Considere otro observador cuyo origen se encuentra en O'. Este observador mediría $x'_1 = x_1 + X$, $x'_2 = x_2 + X$ y $x'_3 = x_3 + X$. El diría que el centro de masas se encuentra en x'_c = _____, en donde $M = M_1 + M_2 + M_3$.



123

Pase al 5-38.

5-38 *(del 5-37)* El observador que mide desde O' diría que el centro de masas se encuentra en $x'_c = \dfrac{(x_1 + X)M_1 + (x_2 + X)M_2 + (x_3 + X)M_3}{M}$ [*cierto* ; *falso*].

107

Esta ecuación puede simplificarse agrupando los términos en X:

$$x'_c = \frac{X(M_1 + M_2 + M_3)}{M} + \frac{x_1M_1 + x_2M_2 + x_3M_3}{M}$$

El segundo término del miembro derecho es el centro de masas medido desde el origen O [*cierto* ; *falso*]. El primer término es X [*cierto* ; *falso*].

15
72

Pase al 5-39.

5-39 *(del 5-38)* El resultado final del problema anterior es que $x'_c = X + x_c$. Por consiguiente, ambos observadores predicen la misma posición para el centro de masas. Por lo tanto, la localización del centro de masas es independiente del punto desde el cual se mide.

Pregunta: Si un observador se encuentra en el centro de masas de un sistema cerrado, el impulso total del sistema siempre le debe parecer igual a cero [*cierto* ; *falso*].

138

Pase al 5-40.

5-40 *(del 5-39)* Si la suma de las fuerzas en un cuerpo rígido es cero, el cuerpo no se puede mover [*cierto* ; *falso*]. **111**

Si es incorrecto, pase al 5-44 ; si es correcto, pase al 5-49.

5-41 *(del 5-49 ó 5-50)* Una condición para el equilibrio estático de un cuerpo rígido es que la suma de todos los momentos de torsión (o torcas) sobre el cuerpo sea cero [*cierto* ; *falso*]. **63**

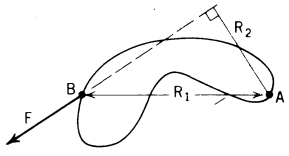
Algunos textos de física afirman que esto es una ley fundamental independiente, o sea que no se deduce directamente de otras leyes más fundamentales de la naturaleza.

Todas las condiciones para el equilibrio estático pueden deducirse directamente de las leyes de movimiento de Newton [*cierto* ; *falso*]. **93**

Pase al 5-42.

5-42 *(del 5-41)* En el punto B de un cuerpo rígido, se aplica una fuerza F. El momento de torsión o torca con respecto al punto A es _____. **133**

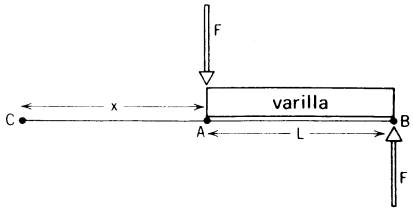
El momento de torsión con respecto al punto B es [O ; R_1F ; R_2F ; F ; ninguna de éstas]. **109**



Pase al 5-45.

5-43 *(del 5-45)* La suma de los momentos de torsión en la varilla rígida, con respecto al punto A, es _____. **76**

La suma de los momentos de torsión con respecto al punto C es _____. **5**



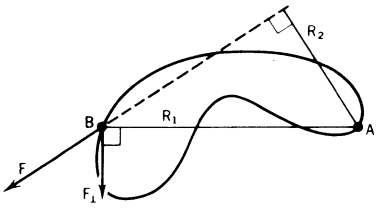
Si es incorrecto, pase al 5-46 ; si es correcto, pase al 5-47.

5-44 *(del 5-45)* En el capítulo 3, ya se ha visto varias veces el cuadro anterior. Recuerde que según la primera ley de Newton, un cuerpo puede moverse con velocidad constante aun cuando $F_{neta} = 0$.

Pase al 5-49.

5-45 *(del 5-42)* El momento de torsión con respecto al punto A se define como $T = R_1 \times F_\perp$ [*cierto* ; *falso*].

Recuerde que, usando triángulos semejantes, se puede demostrar que $R_1 F_\perp = R_2 F$ (vea el cuadro 5-7).



27

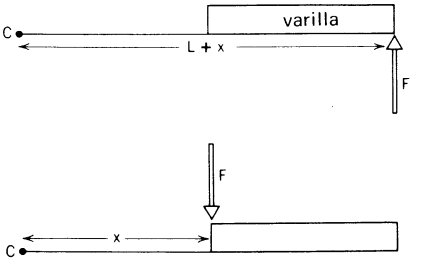
Pase al 5-43.

5-46 *(del 5-43)* El momento de torsión con respecto al punto C es _____.

En la segunda figura, el momento de torsión con respecto al punto C es _____.

Ahora súmense los resultados anteriores:

Suma de los momentos de torsión = _____.



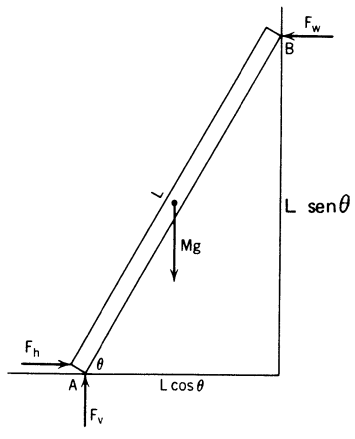
41

131

58

Pase al 5-47.

5-47 *(del 5-43 ó 5-46)* Una escalera de masa M y longitud L se recarga contra una pared resbalosa, formando un ángulo θ con respecto a la horizontal. Se desea encontrar la magnitud de la fuerza de fricción del piso, que detiene la escalera y evita que resbale.



Esta fuerza de fricción es_____. Si se consideran F_v y F_h como fuerzas separadas, existen_____ momentos de torsión que tienden a hacer girar a la escalera en torno del punto *B*. **22** **114**

Existen_____momentos de torsión que tienden a hacer girar a la escalera en torno del punto *A*. **60**

Existen_____momentos de torsión que tienden a hacer girar a la escalera en torno del centro de masa. **69**

¿Qué punto, o puntos, pueden utilizarse como puntos de referencia para los momentos de torsión?_____. **32**

Si es incorrecto, pase al 5-51 ; si es correcto, pase al 5-48.

5-48 *(del 5-47 ó 5-51)* Cualquiera que sea el punto que se escoja como referencia, será posible resolver el problema y encontrar la respuesta correcta. Escojamos arbitrariamente B como punto de referencia. El momento de torsión debido a F_h es entonces_____. **98**

El momento de torsión debido a Mg es entonces_____. **135**

Se pueden escribir 3 ecuaciones simultáneas correspondientes a las 3 condiciones:

a) La suma de las fuerzas verticales debe ser cero.

b) La suma de las fuerzas horizontales debe ser cero.

c) La suma de los momentos de torsión debe ser cero.

La condición_____ resulta en $F_h = F_w$ **29**

La condición_____ resulta en $F_v = Mg$ **74**

La condición_____ resulta en $F_h L \operatorname{sen}\theta + \frac{1}{2} MgL \cos\theta - F_v L \cos\theta = 0.$ **36**

Resolviendo esta tercera ecuación para F_h, se obtiene:

$$F_h = \frac{F_v L \cos\theta - \frac{1}{2} MgL \cos\theta}{L \operatorname{sen}\theta} .$$

Ahora se elimina F_v por substitución y se obtiene la solución final:

F_h =_____. **120**

La respuesta es independiente de L [*cierto* ; *falso*]. **54**

Cuando $\theta = 45°$, F_h =_____. **24**

Pase al 5-10.

5-49 *(del 5-40 ó 5-44)* Si un cuerpo rígido que originalmente está en reposo, permanecerá sin movimiento, siempre y que la suma de las fuerzas sobre él sea cero; es decir, siempre que $F_{neta} = 0$, [*cierto* ; *falso*]. **45**

Si es incorrecto, pase al 5-50 ; si es correcto, pase al 5-41.

5-50 *(del 5-49)* Si $F_{\text{neta}} = 0$ la suma de los momentos de torsión o torcas debe ser siempre cero [*cierto* ; *falso*]. Si un cuerpo rígido se encuentra inicialmente en reposo y la suma de las torcas sobre él no es cero, el cuerpo debe empezar a girar [*cierto* ; *falso*]. (Sugerencia: considere una moneda girando).

129 **125**

Pase al 5-41.

5-51 *(del 5-47)* Si la suma de los momentos de torsión alrededor de un eje es cero para un cuerpo rígido en equilibrio estático, la suma de los momentos de torsión en torno de cualquier otro eje también será cero [*cierto* ; *falso*]. (Sugerencia: vea el cuadro 5-43).

56

Pase al 5-48.

5-52 *(del 5-36)* Cuestionario de repaso:

1. Haga una lista con cuatro leyes de conservación 1._____
   2._____
   3._____
   4._____
2. Un avión describe una espira a una velocidad $v = \sqrt{gR}$, en donde R es el radio de la espira.
   a) ¿Cuál es la aceleración del avión? $a =$_____ g.
   b) ¿Cuál es el peso aparente del piloto cuando pasa por la parte más baja de la espira?
   $$F_w = \text{\_\_\_\_\_}.$$
   c) ¿Cuál es el peso aparente del piloto cuando pasa por la parte superior de la espira?
   $$F_w = \text{\_\_\_\_\_}.$$
3. Si un satélite de la Tierra tiene una energía cinética de 10^{11} joules, ¿cuánta energía adicional necesitaría para poder escapar de la Tierra? _____joules.

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuesta
1	falso
2	$\frac{1}{4} MV_0^2$
3	positiva
4	$2MgL$
5	LF
6	contrario
7	$\frac{1}{2} mgR$
8	b
9	1
10	disminuye
11	cierto
12	cierto
13	$\frac{1}{2}$
14	cierto
15	cierto
16	cero
17	$\frac{R_1}{R_2}$
18	aumentará
19	cierto
20	falso
21	conservativa
22	F_h
23	cierto
24	$\frac{1}{2} Mg$
25	$(a + b)$
26	$\frac{1}{4} MV_0^2$
27	cierto
28	4
29	b
30	a
31	a
32	cualquier punto
33	ninguna
34	2
35	MgL
36	c
37	$(a + b)$
38	$(2M)gh'$
39	2 a 1
40	$\frac{1}{2} mV_0^2$
41	$(L + x)F$
42	MR_2V_1
43	menor que
44	falso
45	falso
46	$-(a + b)$
47	cierto
48	falso
49	2
50	g
51	4
52	en el sentido de
53	igual
54	cierto
55	MgL
56	cierto
57	cierto
58	LF
59	4g
60	2
61	falso
62	mgR
63	cierto
64	se pierde
65	r_1 a r_2
66	5
67	mgR
68	permanecerá igual
69	3
70	cero
71	$\frac{V_0^2}{8g}$
72	cierto

Número Guía	Respuesta
73	falso
74	b
75	cierto
76	LF
77	$\frac{1}{2}$
78	ninguno
79	gr cm/seg^2
80	en el sentido de
81	disminuirá
82	cierto
83	en oposición a
84	falso
85	$\frac{M_1x_1 + M_2x_2 + M_3x_3}{M_1 + M_2 + M_3}$
86	$-c$
87	2
88	un protón
89	c
90	similar
91	misma
92	Mgh
93	cierto
94	cierto
95	en el sentido de
96	cierto
97	$\sqrt{4gL}$
98	$F_hL \ \text{sen}\theta$
99	el mismo
100	cierto
101	Fx
102	a
103	$\frac{1}{2}V_0$
104	$\frac{1}{4}MV_0^2$
105	1
106	b
107	cierto
108	igual a
109	cero
110	$\frac{1}{2}MV_0^2 - 2Mgh'$

Número Guía	Respuesta
111	falso
112	$-c$
113	disminución
114	3
115	cierto
116	5
117	cierto
118	mayor
119	$\frac{V_0^2}{2g}$
120	$Mg\frac{\cos\theta}{2\text{sen}\theta}$
121	MV_0
122	energía calorífica
123	$\frac{M_1x_1' + M_2x_2' + M_3x_3'}{M}$
124	cierto
125	cierto
126	$\frac{1}{4}$
127	$GM_1M_2\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$
128	$\frac{1}{2}MV_0^2$
129	falso
130	falso
131	$-xF$
132	mayor
133	R_2F
134	$4g$
135	$\frac{1}{2}MgL\cos\theta$
136	cierto
137	cierto
138	cierto
139	negativa
140	$\frac{1}{2}MV_0^2$
141	2
142	externas

Capítulo 6

LA TEORIA CINETICA

6-1 El espacio intergaláctico contiene una baja densidad de átomos de hidrógeno. La densidad es $D_0 \approx 10^{-30}$ gr/cm^3 (el símbolo $\approx$ significa aproximadamente igual). En este problema, se desea calcular la distancia promedio entre los átomos de hidrógeno en el espacio exterior. Si M es la masa de un átomo de hidrógeno, el volumen promedio ocupado por cada átomo es:

$V_0 =$ [$D_0 M$; $\frac{M}{D_0}$; $\frac{D_0}{M}$; ninguna de éstas]. El lado de un cubo de volumen **76**

V_0 es $L =$_____. **45**

El valor aproximado para M es $M \approx 10^{-24}$ gr por átomo de hidrógeno.

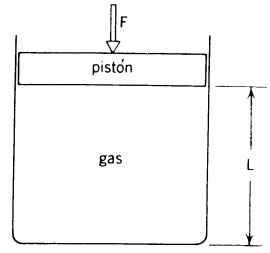
Por lo tanto, $V_0 \approx$ _____cm^3 y $L_0 \approx$ _____cm. **55** **16**

Pase al 6-2.

6-2 *(del 6-1)* La densidad de un gas en una caja de volumen V es D. El gas contiene N moléculas, cada una de masa m. El número de moléculas en la caja es $N =$_____. **23**

Si es incorrecta, pase al 6-11 ; si es correcta, pase al 6-3.

6-3 *(del 6-2 ó 6-11)* Un gas está dentro de un cilindro. Una fuerza F, empuja el pistón una distancia ΔL. Si el área del pistón es $A\text{cm}^2$, el trabajo hecho sobre el gas para comprimirlo una distancia L es $W =$ [$\frac{F\Delta L}{A}$; $FA\,\Delta L$; $F\Delta L$; ninguna de éstas].



1

La disminución en el volumen del gas es $\Delta V = A\,\Delta L$ [*cierto* ; *falso*]. 36

Por lo tanto, el trabajo efectuado sobre el gas es $W =$ [$P\Delta L$; $\frac{P\Delta V}{A}$; $P\Delta L$; $PA\,\Delta V$]. 67

Pase al 6-4.

6-4 *(del 6-3)* Si se deja que el volumen de gas en un cilindro empuje el pistón y expanda su volumen en ΔV, el trabajo hecho por el gas es [$P\Delta V$; $-F\Delta V$; ninguna de éstas]. 42

La presión tiene las mismas unidades que [la energía ; el impulso angular ; la energía por unidad de volumen ; ninguno de éstos]. 10

Pase al 6-5.

6-5 *(del 6-4)* La presión en el fondo de un vaso de precipitados que contiene mercurio es $1\frac{1}{2}$ atmósferas. Si este vaso se coloca dentro de un recipiente que se encuentra al vacío, la presión en el fondo del vaso será [mayor ; menor ; la misma]. 21

Pase al 6-6.

6-6 *(del 6-5)* Si se coloca un vaso de precipitados que contiene mercurio dentro de un recipiente al vacío, la presión en el mercurio se reducirá en [0 ; $\frac{1}{2}$; 1 ; $1\frac{1}{2}$] atmósferas. 75

Pase al 6-7.

6-7 *(del 6-6)* Si la presión en el fondo del vaso, que se encuentra al aire libre, es $1\frac{1}{2}$ atmósferas, la altura del mercurio dentro del vaso será_____cm. (Una presión de 1 atm. corresponde a una altura de 76 cm en un barómetro de mercurio). **69**

Si es incorrecta, pase al 6-17 ; si es correcta, pase al 6-8.

6-8 *(del 6-7)* Una llanta de automóvil tiene una presión de 2 atmósferas (cuando se desinfla, la presión es cero). La presión absoluta en el interior de la llanta es _____atmósferas. La presión exterior inmediata a ella es_____atmósferas. **4** **33**

Pase al 6-9.

6-9 *(del 6-8)* A bordo de un barco se coloca una caja de masa M_1 y volumen V_1. Por lo tanto, la densidad media de la caja es $D_1 = \frac{M_1}{V_1}$. Esto causará que la línea de flotación en el casco del barco [suba ; baje ; permanezca igual] . **71**

Si la línea de flotación sube, el barco desplazará más agua [*cierto* ; *falso*] . **46**

Pase al 6-10.

6-10 *(del 6-9)* El volumen de agua adicional, desplazado por el barco será [0 ; V_1 ; ninguno de éstos] . **12**

La masa de agua adicional desplazada por el barco será

$\left[M_1 \ ; \ D_1 M_1 \ ; \ \frac{M_1}{D_1} \ ; \text{ ninguna de éstas} \right]$. La respuesta depende de que **19**

D_1 sea mayor que D_w, que representa la densidad del agua [*cierto* ; *falso*] . **59**

Pase al 6-12.

6-11 *(del 6-2)* La masa total en el cilindro es Nm [*cierto* ; *falso*] . **20**

La densidad del gas es $D = \frac{M}{V}$, donde $M = \left[m \ ; \ \frac{m}{N} \ ; \ Nm \ ; \text{ ninguno de éstos} \right]$. **40**

Pase al 6-3.

6-12 El volumen de agua adicional desplazado es $\left[\frac{M_1}{D_1}\ ;\ \frac{M_1}{D_w}\ ;\ M_1\,\frac{D_w}{D_1}\ ;\ \frac{M_1}{D_1 D_w}\ ;\right.$ ninguno de éstos $\left.\right]$. **61**
(del 6-10)

Si es incorrecta, pase al 6-21 ; si es correcta, pase al 6-13.

6-13 El principio de Arquímedes sólo es aplicable a cuerpos que flotan en fluidos [*cierto* ; *falso*]. **26**
(del 6-12 ó 6-21)

La ley de Boyle establece que el producto $P_1 V_1$ para un gas cualquiera, es igual al producto $P_2 V_2$ para cualquier otro gas [*cierto* ; *falso*]. **13**

Pase al 6-14.

6-14 La ley de Boyle establece que si los dos gases están a la misma temperatura, el producto $P_1 V_1$ del primero es igual al producto $P_2 V_2$ del segundo. [*cierto* ; *falso*]. **7**
(del 6-13)

Pase al 6-18.

6-15 Para N moléculas de un gas perfecto, a temperatura T, el producto $P_1 V_1 =$ $\left[NkT\ ;\ \frac{3}{2}NkT\ ;\ NmkT\right]$. **73**
(del 6-22)

El segundo gas perfecto con N moléculas y a la misma temperatura, tendrá el producto $P_2 V_2$ igual a la misma cantidad [*cierto* ; *falso*]. **48**

Pase al 6-16.

6-16 Si el gas 1 y el gas 2 están a la misma temperatura, $\overline{v_1{}^2}$ será igual a $\overline{v_2{}^2}$ [*cierto* ; *falso*]. **52**
(del 6-22 ó 6-15)

Pase al 6-19.

6-17 *(del 6-7)* Si el vaso de precipitados sólo contiene aire, la lectura de la presión en un barómetro, corresponderá a _____ cm de mercurio. **30**

Con 76 cm de mercurio en el vaso de precipitados, y al aire libre, la presión en el fondo será _____ atmósferas. En las mismas condiciones, pero con 38 cm de mercurio en el vaso la presión en el fondo, será _____ atmósferas. **57** **2**

Pase al 6-8.

6-18 *(del 6-14)* Si M gramos de un gas perfecto están a la misma temperatura que M gramos de otro gas perfecto, $P_1 V_1$ será siempre igual a $P_2 V_2$ [*cierto* ; *falso*]. **63**

Si es incorrecta, pase al 6-36 ; si es correcta, pase al 6-22.

6-19 *(del 6-16)* Cuando dos gases diferentes están en equilibrio térmico, el impulso promedio por molécula del gas 1 será igual al impulso promedio por molécula del gas 2 [*cierto* ; *falso*]. La aseveración precedente es correcta si la palabra impulso se substituye por energía cinética traslacional [*cierto* ; *falso*]. **43** **72**

Pase al 6-20.

6-20 *(del 6-19)* Considere N moléculas de un gas perfecto a temperatura T en un volumen V. La energía cinética traslacional total de las moléculas es $\left[PV \; ; \; \frac{PV}{T} \; ; \; kT \; ; \; NkT \; ; \; \frac{3}{2}NkT \; ; \text{ ninguna de éstas} \right]$. **14**

Si la temperatura se aumenta en 1°C, el aumento en la energía cinética traslacional de esta muestra de gas será $\left[0 \; ; \; NkT \; ; \; Nk \; ; \; \frac{3}{2}Nk \; ; \; PV \; ; \text{ ninguno de éstos} \right]$. **38**

Pase al 6-23.

6-21 *(del 6-12)* Sea V_w el volumen de agua desplazado (su masa es M_1). Por lo cual, $D_w = \left[\frac{V_w}{M_1} \; ; \; M_1 V_w \; ; \; \frac{M_1}{V_w} \right]$ **28**

Pase al 6-13.

6-22 *(del 6-18 ó 6-36)* Si N moléculas de un gas perfecto están a la misma temperatura que N moléculas de otro gas perfecto, $P_1 V_1 = P_2 V_2$ [*cierto* ; *falso*]. **50**

Si es incorrecta, pase al 6-15 ; si es correcta, pase al 6-16.

6-23 *(del 6-20)* El calor específico C_p de un gas se define como la cantidad de energía calorífica que debe suministrarse a un mol de gas, a volumen constante, para elevar su temperatura en 1°C. Para un gas monoátomico perfecto $C_v =$ $\left[\frac{3}{2} N_o k \; ; \; N_o k \; ; \; \frac{5}{2} N_o k \; ; \text{ ninguno de éstos} \right]$ donde $N_o = 6.02 \times 10^{23}$ y $k = 1.38 \times 10^{-18}$ erg/grado. **6**

Si 1 caloría de calor es 4.18×10^7 ergs de energía, ¿cuánto es C_v en cal/mol-grado?

$C_v =$_____ cal/mol-grado. **66**

Pase al 6-24.

6-24 *(del 6-23)* Además de la energía cinética traslacional, las moléculas diatómicas, a temperatura ambiente, tienen 2 grados adicionales de libertad rotacionales. La energía cinética rotacional de un gas diatómico es _____ veces la energía traslacional. **11**

Pase al 6-26.

6-25 *(del 6-39)* La ecuación $T = \frac{2E_c}{3k}$ donde E_c es la energía cinética traslacional promedio por molécula, nos da la temperatura absoluta de un gas perfecto. [*cierto* ; *falso*]. Esta fórmula es independiente de la densidad de partículas en el gas [*cierto* ; *falso*].

18

39

Pase al 6-40.

6-26 *(del 6-24)* La energía cinética total de un gas diatómico que contiene N moléculas es _____ veces NkT.

65

El calor específico C_V para un gas diatómico sería $C_V =$ _____.

32

La relación entre el calor específico de un gas diatómico y el de un gas monoatómico será _____.

9

Pase al 6-27.

6-27 *(del 6-26)* La temperatura de un volumen fijo de un gas perfecto se aumenta 1°C. El aumento fraccional en presión será $\left[\frac{1}{T} ; \frac{5}{3T} ; \frac{3}{2T} ; \text{ninguna de éstas} \right]$

15

Si es incorrecta pase al 6-33 ; si es correcta pase al 6-28.

6-28 *(del 6-27 ó 6-33)* Existe un segundo tipo de calor específico C_p, que se define como la cantidad de calor que debe suministrarse a 1 mol de gas a presión constante, para elevar su temperatura 1°C. Si P se mantiene fija y T se incrementa, el volumen V [aumentará ; disminuirá ; permanecerá el mismo].

37

Al empujar el pistón, se tendrá la relación $P\Delta V = N_0 k \Delta T$ [*cierto* ; *falso*].

25

El trabajo mecánico llevado a cabo por el gas al empujar el pistón será $P\Delta V$ [*cierto* ; *falso*].

49

El trabajo hecho por el gas al empujar el pistón será $N_0 k \Delta T$ [*cierto* ; *falso*].

70

Cada vez que la temperatura se aumenta un grado, este trabajo efectuado por el gas toma el valor $\left[N_0 k ; \frac{3}{2} N_0 k ; N_0 kT ; \text{ninguna de éstas} \right]$

54

Pase al 6-29.

6-29 *(del 6-28)* La cantidad total de energía que debe suministrarse a un mol de gas, que se mantiene a presión constante, para elevar su temperatura 1°C es [C_v ; C_vT ; $C_v + N_0k$; $C_v + N_0kT$; ninguna de éstas]. **74**

La diferencia entre los dos tipos de calor específico es $C_p - C_v =$ [0 ; N_0kT ; N_0k ; $\frac{3}{2}N_0k$; ninguno de éstos]. **77**

La cantidad $C_p - C_v$ tiene un valor aproximado de_____calorías/mol-grado. **35**

Pase al 6-30.

6-30 *(del 6-29)* La física clásica, se basa en las leyes de Newton para hacer predicciones definitivas para los calores específicos de gases [*cierto* ; *falso*]. **17**

Por lo general, los valores que se obtienen experimentalmente para los calores específicos de gases son [menores ; mayores ; los mismos] que los que se calculan por los métodos clásicos. **41**

Pase al 6-31.

6-31 *(del 6-30)* El gas hidrógeno H_2 tiene un peso molecular de_____. **3**

El gas oxígeno O_2 tiene un peso molecular de_____. **68**

El agua H_2O tiene un peso molecular de_____. **29**

Un mol de agua contiene [N_0 ; $2N_0$; $3N_0$; $4N_0$; ninguna de éstas] moléculas. **47**

Un mol de agua tiene una masa de_____ gr. **60**

Pase al 6-32.

6-32 *(del 6-31)* La masa de una molécula de agua es $\frac{18\,\text{gr}}{N_0}$ [*cierto* ; *falso*]. **8**

Pase al 6-34.

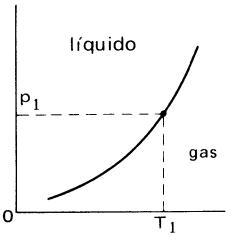
6-33 *(del 6-27)* El aumento fraccional en presión ΔP puede obtenerse a partir de la ecuación $P = \frac{NkT}{V}$.

Se tiene ΔT igual a $\frac{Nk\Delta T}{V}$ [*cierto* ; *falso*]. **58**

Si se divide esta expresión para ΔP por la expresión para P, se obtiene $\frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta T}{T}$ [*cierto* ; *falso*]. **31**

Pase al 6-28.

6-34 *(del 6-32)* Un centímetro cúbico de un líquido determinado hierve a presión P_1 y a temperatura T_1. En la figura, se muestra la curva de presión de vapor de este líquido. Si la presión se mantiene en $P = P_1$ y se aumenta la temperatura, [todo ; parte ; nada] del líquido se convierte en gas o en vapor. **5**



Si la temperatura se mantiene en $T = T_1$ y la presión se reduce, [todo; parte; nada] del líquido se convierte en gas o en vapor. **24**

Para mantener la temperatura en T_1 mientras se reduce P a partir de P_1, el calor debe fluir [hacia ; desde ; en ningún sentido] el líquido. **44**

Pase al 6-35.

6-35 *(del 6-34)* El calor latente de vaporización del H_2O a $T = 100°C$ es 540 calorías por gramo. Suponga que se tiene 1 gr de H_2O líquida a $T = 100°C$ y la presión se mantiene a una atmósfera. Entonces esta cantidad de agua recibe 1 caloría.

La temperatura del H_2O [aumentará ; disminuirá ; permanecerá la misma]. **62**

Si es incorrecta, pase al 6-37 ; si es correcta, pase al 6-38.

6-36 *(del 6-18)* Como ya se dijo, la ley de Boyle se aplica a una cantidad fija de una muestra particular de gas, en condiciones diferentes de presión y volumen, pero a la misma temperatura [*cierto* ; *falso*]. **51**

Pase al 6-22.

6-37 *(del 6-35)* La temperatura de un recipiente con agua hirviendo no sobrepasa los 100°C cuando se le aplica más calor [*cierto* ; *falso*]. **34**

El vapor se puede calentar a temperaturas mayores de 100°C [*cierto* ; *falso*]. Es posible calentar agua a temperaturas mayores de 100°C, y mantenerla en estado líquido, si la presión es [mayor ; menor ; ninguna de las dos] que una atmósfera. **64** **22**

Pase al 6-38.

6-38 *(del 6-35 ó 6-37)* Una máquina diseñada para convertir la energía calorífica del agua de mar en trabajo mecánico útil, tiene que violar la ley de la conservación de la energía [*cierto* ; *falso*]. Tal máquina tiene que violar la segunda ley de la termodinámica [*cierto* ; *falso*]. **53** **27**

Pase al 6-39.

6-39 *(del 6-38)* Considere un recipiente de gas, donde la energía cinética promedio por molécula se mantiene constante. Si se aumenta el número de moléculas en el recipiente, la temperatura del gas [aumenta ; disminuye ; permanece igual]. **56**

Si es incorrecta, pase al 6-25 ; si es correcta, pase al 6-40.

6-40 *(del 6-39 ó 6-25)* Cuestionario de repaso:

1. $C_p - C_v - N_0 k$ _____veces.
2. Para un gas monoátomico $C_v = N_0 k$ por _____.
3. Para un gas diatómico $C_v = N_0 k$ por_____.
4. Un mol de CH_4 contiene_____ gr de metano
5. Un mol de CH_4 contiene _____ moléculas.
6. La densidad de un gas perfecto D en términos de P, k, T y m (m es la masa de cada molécula) es_____.
7. Complete la tabla de calores específicos por mol, para gases perfectos monoátomicos y diatómicos. Exprese los calores específicos, en términos de N_0 y k.

	monoatómico	diatómico
C_v		
C_p		

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuesta
1	$F\triangle L$
2	$1\frac{1}{2}$
3	1
4	3
5	todo
6	$\frac{3}{2} N_0 k$
7	falso
8	cierto
9	$\frac{5}{3}$
10	la energía por unidad de volumen
11	$\frac{2}{3}$
12	ninguno de éstos
13	falso
14	$\frac{3}{2} NkT$
15	$\frac{1}{T}$
16	100
17	cierto
18	cierto
19	M_1
20	cierto
21	menor
22	mayor
23	$\frac{DV}{m}$
24	todo
25	cierto
26	falso
27	cierto
28	$\frac{M_1}{V_w}$
29	18
30	76
31	cierto
32	$\frac{5}{2} N_0 k$
33	1
34	cierto
35	2
36	cierto
37	aumentará
38	$\frac{3}{2} Nk$
39	cierto
40	Nm
41	menores
42	$P\triangle V$
43	falso
44	hacia
45	$V_0^{\frac{1}{3}}$
46	cierto
47	N_0
48	cierto
49	cierto
50	cierto
51	cierto
52	falso
53	falso
54	$N_0 k$
55	10^6
56	permanece igual
57	2
58	cierto
59	falso
60	18
61	$\frac{M_1}{D_w}$
62	permanecerá la misma
63	falso
64	cierto
65	$\frac{5}{2}$
66	3
67	$P\triangle V$
68	32
69	38
70	cierto
71	suba
72	cierto
73	NkT
74	$C_v' + N_0 k$
75	1
76	$\frac{M}{D_0}$
77	$N_0 k$

Capítulo 7

ELECTROSTATICA

7-1 El elemento berilio tiene un "peso" atómico igual a 9 y un número atómico $Z = 4$. Por lo tanto, el núcleo de Be contiene _____ protones y _____ neutrones. El átomo de Be neutro tiene _____ electrones orbitales de carga [positiva ; negativa]. **38** **75** **4** **46**

Pase al 7-2.

7-2 *(del 7-1)* La carga eléctrica neta de un objeto es proporcional a su masa [*cierto* ; *falso*]. **108**

Una esfera de metal será ligeramente más [pesada ; ligera] cuando tiene carga negativa que cuando tiene carga positiva. **59**

Pase al 7-4.

7-3 *(del 7-4)* En el sistema CGS, la ley de Coulomb es $F = Q_1 Q_2 / r^2$. Por consiguiente, la fuerza entre dos cargas de 3×10^9 ues distantes 1 m es $F =$ [$(3 \times 10^9)^2$; $\frac{(3 \times 10^9)^2}{100^2}$; 3×10^9 ; ninguna de éstas] dinas. **95**

Pase al 7-5.

7-4 *(del 7-2)*

En el sistema MKS, F se mide en _____, r en metros, Q en _____ y la ley de Coulomb se expresa mediante la ecuación $F = KQ_1Q_2/r^2$. Se desea conocer el valor de K en el sistema MKS, primero nos preguntamos: ¿cuál es la fuerza en dinas entre dos cargas de 1 coulomb, separadas un metro? Si se recuerda que 1 coulomb es igual a _____statcoulombs, se puede utilizar la ley de Coulomb para unidades CGS (también llamadas ues) para obtener F =_____ dinas.

30 58 139 87

Si es incorrecta, pase al 7-3 ; si es correcta, pase al 7-5.

7-5 *(del 7-4 ó 7-3)*

La fuerza entre dos cargas de 1 coulomb separadas una distancia de 1 m es _____ newtons. En la ecuación para el sistema MKS, $F = KQ^2/r^2$ F=_____ unidades MKS cuando Q y r son, cada una, iguales a 1 unidad MKS. Numéricamente, se tiene $(9 \times 10^9) = K\,(1)^2/(1)^2$. Por consiguiente K debe ser_____. Las unidades de K son _____.

60 15 52 22

Pase al 7-6.

7-6 *(del 7-5)*

Para cargas idénticas, la ecuación que expresa la ley de Coulomb en el sistema CGS, puede resolverse para Q y se obtienen unidades mecánicas equivalentes. Resolviendo $F = Q^2/r^2$ para Q, se obtiene Q =_____. De donde las unidades mecánicas equivalentes para Q serán _____.

49 96

Pase al 7-7.

7-7 *(del 7-6)*

La mayor parte de las substancias, contienen átomos con núcleos que se componen del mismo número de protones que de neutrones. Si las masas del protón y del neutrón son, cada una, de 1.66×10^{-24} gr, un gramo de tal substancia contendrá _____electrones.

113

Si es incorrecta, pase al 7-14 ; si es correcta, pase al 7-8.

7-8 *(del 7-7 ó 7-14)*

Suponga que se quitará uno de cada 10^9 electrones que contiene este gramo. Entonces el número de electrones faltantes sería _____. **10**

La carga neta en statcoulombs, en este gramo de substancia sería _____veces **78**
la respuesta anterior. El resultado es una carga [positiva ; negativa] de **155**
_____ statcoulombs. **32**

Pase al 7-11.

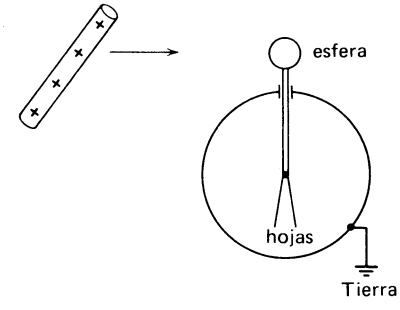
7-9 *(del 7-11)*

Sean M_p la masa del protón y m la masa del electrón. La relación entre las fuerzas electrostática y gravitacional entre el protón y el electrón es _____. **125**

Si es incorrecta, pase al 7-15 ; si es correcta, pase al 7-10.

7-10 *(del 7-9 ó 7-15)*

Un electroscopio (ver pág. 196 de Física Fundamental, 2a. edición) tiene un exceso de carga igual a cero. Las dos hojas del mismo, están [separadas ; juntas] . A continuación, se le acerca una varilla cargada positivamente . Ahora, las hojas contienen un exceso de carga [negativa ; positiva ; cero] . Los [electrones ; protones] en [la esfera de metal ; las hojas] son [repelidos ; atraídos] hacia [la esfera ; las hojas] .



29
50
83
100
23
1

Pase al 7-16.

7-11 *(del 7-8)* En el modelo de Bohr, para el átomo de hidrógeno, el electrón es atraído por el protón mediante una fuerza electrostática. Suponga que la única fuerza entre el electrón y el protón fuera la fuerza de atracción gravitacional, ¿cuál sería entonces la velocidad del electrón (en una órbita circular de radio 0.53×10^{-8} cm)?

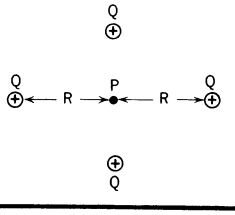
La fuerza gravitacional de un electrón orbital será $F =$ [$M_p m/r^2$; GM_p/r^2 ; $GM_p m/r^2$] en donde M_p es la masa del protón y m la del electrón. La fuerza F tendrá también el valor: [$M_p v^2/r$; mv^2/r ; mv^2/r^2 ; ninguno de éstos]. **63** **102**

Igualando los dos resultados anteriores, se obtiene $v^2/r = GM_p/r^2$. Resolviendo para v, se obtiene v =_____. **40**

Si se introducen los valores CGS en el resultado anterior, se obtiene el valor $v = 4.5 \times 10^{-12}$ cm/seg. Para obtener el período de revolución, se divide [v por r ; v, por la circunferencia ; la circunferencia, por v]. El resultado es_____ seg. Este es, de hecho, un átomo de hidrógeno muy lento. El período real es_____ seg. **111** **73** **16**

Pase al 7-9

7-12 *(del 7-25)* El campo eléctrico en el punto P es_____. **28**



Pase al 7-18.

7-13 *(del 7-20)* Si las hojas cargadas negativamente disminuyen su deflección, es porque electrones adicionales [dejan ; llegan a] las hojas. Una varilla cargada [positivamente ; negativamente] atraerá electrones de las hojas hacia la esfera. **84** **145**

Pase al 7-21.

7-14 *(del 7-7)* El número de protones por gramo será_____veces el número de Avogadro. **118**

El número de electrones por gramo será [la mitad ; el mismo ; el doble] que el número de protones por gramo. **94**

Pase al 7-8.

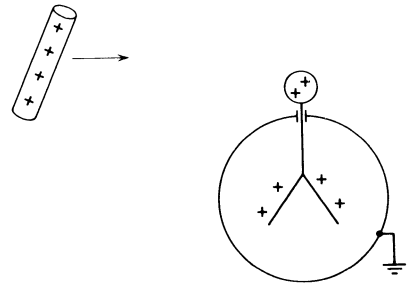
7-15 *(del 7-9)* La fuerza electrostática entre el protón y el electrón es_____. **27**

La fuerza gravitacional entre el protón y el electrón es_____. **115**

Al establecer la relación entre los dos resultados anteriores, el término r^2 se anula [*cierto* ; *falso*]. **48**

Pase al 7-10.

7-16 *(del 7-10)* Considere un electroscopio que originalmente tenía un exceso de carga positiva. Si una varilla cargada positivamente se acerca al electroscopio, algunos de los electrones en [las hojas ; la esfera de metal] serán [atraídos ; repelidos] hacia [la esfera ; las hojas]. Las hojas contendrán ahora [más ; menos ; el mismo número de] electrones que antes y, por consiguiente, la deflexión será [mayor ; menor ; igual].



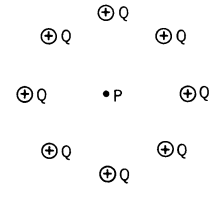
69 **34** **123** **20** **77** **56**

Pase al 7-19.

7-17 *(del 7-19 ó 7-40)* Una varilla cargada negativamente se acerca a un electroscopio descargado. La esfera del electroscopio se toca con la mano. Los electrones fluyen [hacia ; fuera de] la esfera, dejando al electroscopio con una carga neta [positiva ; negativa]. **104** **105**

Pase al 7-20.

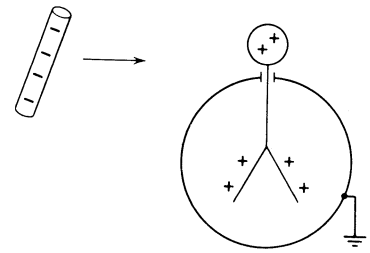
7-18 *(del 7-12)* El campo eléctrico en el punto P es cero [*cierto* ; *falso*].



133

Pase al 7-26.

7-19 *(del 7-16)* Una varilla cargada negativamente se acerca a un electroscopio cargado positivamente. Las hojas [se acercarán ; se separarán más ; quedarán igual].



127

Si es incorrecta, pase al 7-40 ; si es correcta, pase al 7-17.

7-20 *(del 7-17)* Un electroscopio tiene una carga neta negativa. Se le acerca una varilla de carga desconocida y se observa que la separación de las hojas disminuye. Por lo tanto, la carga de la varilla es [positiva ; negativa]. **158**

Si es incorrecta, pase al 7-13 ; si es correcta, pase al 7-21.

7-21 *(del 7-20 ó 7-13)* *Cualquier* objeto que contenga una carga total Q producirá un campo eléctrico.

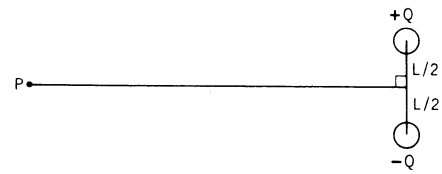
$E =$ [Q/r ; Qq/r^2 ; Q/r^2 ; ninguna de éstas]. **154**

Si es incorrecta, pase al 7-45 ; si es correcta, pase al 7-22.

7-22 *(del 7-21 ó 7-45)* La fuerza electrostática entre una carga puntual Q_1 y un cuerpo definido de carga total Q_2 será $F =$ [$Q_1 Q_2/r^2$; Q_1/r^2 ; ninguna de las dos .] La **13**
fuerza también tendrá el valor $F =$ [$Q_2 E$; $Q_1 E$; ninguna de las dos], **42**
donde E es el campo eléctrico producido por [Q_1 ; Q_2 ; Q_1 y Q_2]. **25**

Pase al 7-23.

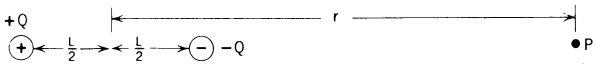
7-23 *(del 7-22)* El campo neto en el punto P apuntará hacia [arriba ; abajo ; la derecha ; la izquierda ; ningún lado (será cero)].



91

Si es incorrecta, pase al 7-28 ; si es correcta, pase al 7-24.

7-24 *(del 7-23 ó 7-28)*



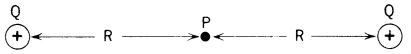
El campo eléctrico neto en el punto P apuntará hacia [arriba ; abajo ; la derecha ; la izquierda]. La intensidad del campo eléctrico producido solamente por $+Q$ será $\frac{Q}{r'^2}$ en donde $r' =$ [r ; $r+\frac{L}{2}$; $r-\frac{L}{2}$; ninguna de éstas]. **2** **7**

Por lo tanto, $E =$ [LQ/r^3 ; Q/r^2 ; $\frac{Q}{r^2\left(+\frac{1}{2}L\right)^2}$; $\frac{Q}{\left(r+\frac{1}{2}L\right)^2}$ ninguna de éstas] es el campo producido solamente por Q. La fuerza por unidad de carga positiva en P, debida solamante a $+Q$ será de [atracción ; repulsión] y apuntará hacia la [derecha ; izquierda]. **106** **141** **45**

El campo producido por la carga $-Q$ será [mayor ; menor] en magnitud y apuntará hacia la [derecha ; izquierda]. La magnitud del campo neto será _____. **80** **53** **149**

Pase al 7-25.

7-25 *(del 7-24)* El campo eléctrico neto en el punto P es [Q/R^2 ; $2Q/R^2$ ninguno de los dos].



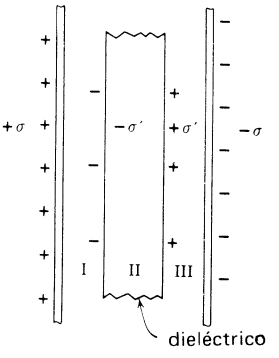
117

Pase al 7-12.

7-26 *(del 7-18)* Una caja cúbica cuyas aristas miden L cm de longitud contiene dos cargas puntuales Q_1 y Q_2. El número de líneas de fuerza que salen de la caja, depende de la posición de Q_1 y Q_2 [*cierto* ; *falso*]. El número de líneas de fuerza que salen de la caja depende del área de la misma [*cierto* ; *falso*]. El número de líneas que salen de la caja es_____. **132** **54** **110**

Pase al 7-29.

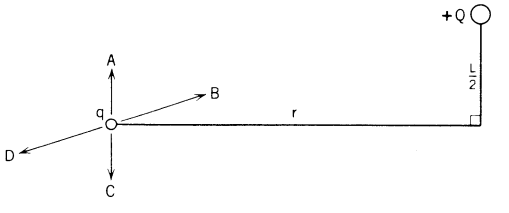
7-27 *(del 7-44)* Los dieléctricos tienen la propiedad de que cuando se introducen en un campo eléctrico E, aparece sobre su superficie, una carga inducida σ', que es proporcional a E. En este cuadro se quiere derivar la relación entre σ' de una barra de material dieléctrico y la constante ϵ para dicho material. De acuerdo con la definición de ϵ, el campo reducido en el interior de la barra es [ϵ/E ; E/ϵ]. El número de líneas de E por cm^2 que salen de la placa de la izquierda es_____. El campo en la región I tiene el mismo valor que la respuesta anterior [*cierto* ; *falso*]. El número de estas líneas que atraviesan al dieléctrico es_____. El campo en el interior del dieléctrico será entonces $E' =$ [$4\pi\sigma'$; $4\pi(\sigma-\sigma')$; ninguna de las dos]. E' también tiene el valor [ϵ/E ; E/ϵ] que es $4\pi\sigma/\epsilon$. Igualando las dos expresiones anteriores para E' y resolviendo para σ', se obtiene: $\sigma' =$_____.



130 5 37 120 157 130 147

Pase al 7-47.

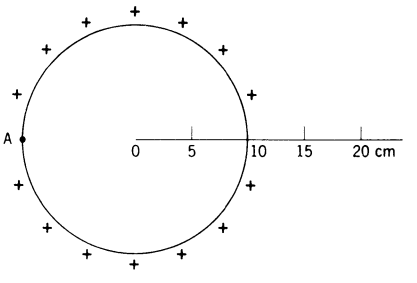
7-28 *(del 7-23)* Suponga que, tanto q, como Q, son cargas positivas. Por consiguiente, la dirección de la fuerza sobre q será [A ; B ; C ; D]. Si q tiene el valor [4.8×10^{-10} ; 1 ; 3×10^{10}] ues, entonces la fuerza sobre q tendrá el valor del campo eléctrico en q producido por [q ; Q].



12 36 66

Pase al 7-24.

7-29 *(del 7-26)* Una esfera de 10 cm de radio cargada uniformemente tiene una carga superficial total de 100 statcoulombs. El campo para $r = 20$ cm es $E =$_____ ____ dinas por statcoulombs. El campo para $r = 9$ cm es $E =$_____ dinas/statcoulomb. El campo para $r = 0$ es $E =$_____ dinas/statcoulomb.



136

18

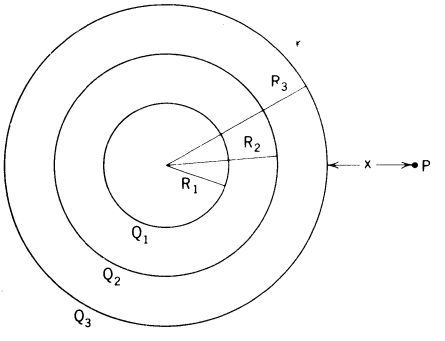
71

Ahora suponga que se coloca una carga puntual de 10 statcoulombs sobre la superficie de la esfera en el punto A. Suponga que la distribución de carga uniforme inicial de 100 statcoulombs no cambia. Entonces, el campo eléctrico para $r = 0$ será $E =$_____ dinas/statcoulomb.

89

Pase al 7-30.

7-30 *(del 7-29)* Considere tres esferas huecas concéntricas y cargadas, de radios R_1, R_2 y R_3 y cargas totales Q_1, Q_2 y Q_3. El punto P se encuentra a una distancia x de la superficie de la esfera exterior. El campo en el punto P es_____. El número total de líneas que parten hacia el infinito será [Q_3 ; $4\pi(Q_1 + Q_2 + Q_3)$; ninguno de los dos].

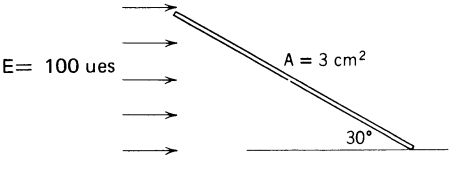


98

143

Si es incorrecta, pase al 7-34 ; si es correcta, pase al 7-31.

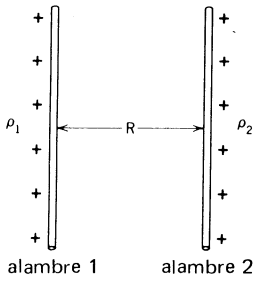
7-31 *(del 7-30 ó 7-34)* Un área de 3 cm^2 se encuentra en un campo uniforme de $E = 100$ dinas/statcoulomb y forma con éste un ángulo de 30°. El número de líneas de fuerza que atraviesan el área de 3 cm^2 será $N =$_____.



65

Pase al 7-32.

7-32 *(del 7-31)* Considere dos alambres paralelos cargados con ρ_1 y ρ_2 statcoulombs/cm, respectivamente. Se desea calcular la fuerza sobre 1 cm de longitud del alambre 2. Esta será $F = \frac{\rho_1 \rho_2}{R^2}$ [*cierto* ; *falso*]. **11**



La fuerza sobre 1 cm del alambre 2 será igual a la fuerza sobre 1 cm del alambre 1 [*cierto* ; *falso*] (excepto por el signo). **103**

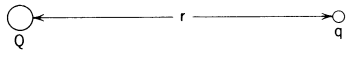
Sea E_1 campo debido solamente al alambre 1. Entonces la fuerza sobre 1 cm del alambre 2 será $F =$ [$\rho_1 E_1$; $\rho_2 E_1$; $\frac{\rho_2 E_1}{R^2}$; ninguna de éstas]. **51**

El valor de E_1 en la posición del alambre 2 es $E =$_____. **153**

La fuerza sobre 1 cm de longitud de cualquiera de los alambres es_____. **138**

Pase al 7-35.

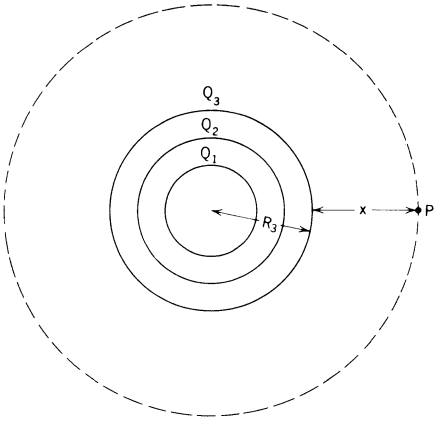
7-33 *(del 7-35)* Considere dos cargas puntuales Q y q. La energía potencial "absoluta" es $U = qQ/r$. Esta es la cantidad de trabajo necesaria para mover [q hasta Q ; q desde Q hasta su posicion actual ; q hasta ∞ ; q desde ∞ hasta su posición actual]. **152**



U es [positiva ; negativa] si las dos cargas tienen la misma polaridad. La energía potencial entre un protón y un electrón siempre es [positiva ; negativa]. **44** **76**

Pase al 7-38.

7-34 *(del 7-30)* Tracemos una esfera imaginaria de radio $(R_3 + x)$ alrededor de las tres esferas internas. La carga total contenida en esta esfera imaginaria es _____. El número total de líneas de fuerza que atraviesan esta esfera imaginaria es $N =$_____. El área total de la misma es $A =$ _____. La relación N/A es $\frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{(x + R_3)^2}$ [*cierto* ; *falso*] .



128

9

39

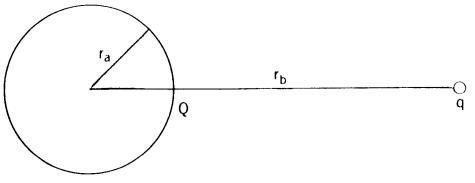
74

Esta relación es también el valor del campo eléctrico en el punto P [*cierto* ; *falso*] .

35

Pase al 7-31.

7-35 *(del 7-32)* Considérense una esfera de radio r_a y carga total Q y una carga puntual q situada a una distancia r_b del centro de la esfera. La diferencia de energía potencial es entonces: $U_b - U_a = qQ(1/r_b - 1/r_a)$ [*cierto* ; *falso*] .



101

Esta es la cantidad de trabajo necesaria para mover q desde [r_a hasta r_b ; r_b hasta r_a ; ∞ hasta r_b ; r_b hasta ∞] . Si tanto Q, como q, son positivas, $U_b - U_a$ es una cantidad [positiva ; negativa] . Si Q y q tienen carga opuesta, se tendrá una fuerza de [atracción ; repulsión] (como en el caso gravitacional) y $U_b - U_a$ será [positiva ; negativa] .

134

79

77

17

Pase al 7-33.

7-36 *(del 7-42)* En el cuadro anterior, se vio que $\Delta U = -qE\Delta x$ [*cierto* ; *falso*]. **151**

Por consiguiente, $\Delta U/q = -E\Delta x$

ó $\Delta V = -E\Delta x$

y $E = -\Delta V/\Delta x$.

Pase al 7-37.

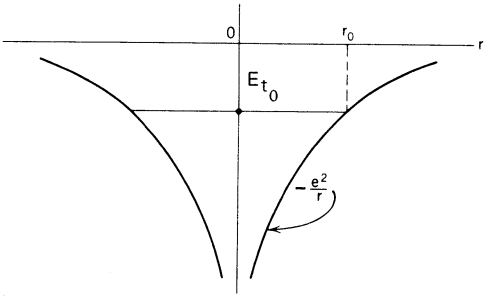
7-37 *(del 7-42 ó 7-36)* El potencial en la superficie de una esfera hueca con carga total Q es $V=$____ **122**

en donde R es el radio.

El potencial en el centro de dicha esfera es $V =$_____. **93**

Si es incorrecta, pase al 7-43 ; si es correcta, pase al 7-44.

7-38 *(del 7-33)* La figura muestra la gráfica de $U = -e^2/r$ que es la energía potencial de un electrón y un protón separados por una distancia r. En este diagrama, r_0 representa la distancia entre el electrón y el protón cuando su energía cinética es cero. Por lo tanto, en cualquier posición r,



$(E_t)_0 =$ [$E_c + U$; $E_c - U$; E_c ; U ; ninguna de éstas]. **68**

$(E_t)_0$ tiene el valor [$-e^2/r_0$; e^2/r_0 ; ninguna de las dos]. **86**

$(E_t)_0$ es un número [positivo ; negativo]. **14**

$(E_t)_0$ tiene el valor [$E_c + e^2/r$; $E_c - e^2/r$; ninguna de las dos]. **43**

La energía de amarre es [U ; $-U$; E_c ; $-E_c$; ninguna de éstas]. **140**

La energía necesaria para mover al electrón una distancia infinita desde su posición actual, es la energía de amarre [*cierto* ; *falso*]. Esta es una **124**

energía [positiva ; negativa]. La energía de amarre tiene el valor **109**

[$(E_t)_0$; $-(E_t)_0$; ninguna de las dos]. **26**

Pase al 7-39.

7-39 *(del 7-38)* Suponga que el electrón tiene la energía total $(E_t)_0$ y que está en órbita circular. El radio de la órbita debe ser [mayor que ; menor que ; igual a] r_0. **3**

En este cuadro, se obtendrá una fórmula para este radio, en términos de r_0. Para lograrlo, se encontrará primero la relación entre $(E_t)_0$ y el radio de la órbita circular r_c.

En la órbita circular $(E_t)_0 = \frac{1}{2}mv^2 - e^2/r_c$ [*cierto* ; *falso*]. Ahora debemos expresar $\frac{1}{2}mv^2$, en términos de [r_0 ; r_c]. Esto se puede hacer igualando la fuerza centrípeta a la [energía potencial eléctrica ; fuerza gravitacional ; fuerza eléctrica]. **114** **70** **81**

Por consiguiente, mv^2/r_c = [e^2/r_c; $e^2/r_c{}^2$; ninguna de las dos]. Ahora se multiplican ambos miembros por $\frac{1}{2}r_c$. El miembro izquierdo es ahora la energía cinética [*cierto* ; *falso*]. El miembro derecho se convierte en _____, que también es $\left[\frac{1}{2}U\ ;\ -\frac{1}{2}U\ ;-U\ ;\text{ ninguna de éstas}\right]$. La ecuación $(E_t)_0 = \frac{1}{2}mv^2 - e^2/r_c$ se transforma en $(E_t)_0 =$ [$-e^2/2r_c$; 0 ; $-e^2/r_c$; $-2e^2/r_c$; ninguna de éstas]. El cuadro anterior proporcionó la relación entre $(E_t)_0$ = [$-e^2/r_0$; $-e^2/2r_0$; ninguna de las dos]. Igualando los dos últimos resultados, se obtiene r_c = _____. **6** **47** **156** **112** **19** **55** **144**

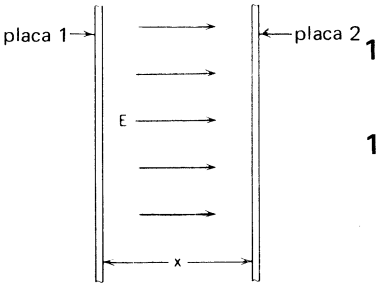
Pase al 7-41.

7-40 *(del 7-19)* Cuando la varilla cargada negativamente se acerca a un electroscopio cargado positivamente, los electrones en [la esfera ; las hojas] serán [atraídos ; repelidos] hacia [la esfera ; las hojas] y, por lo tanto, las hojas se vuelven [más ; menos] positivas. Por consiguiente, la deflexión de las hojas cargadas positivamente [aumentará ; disminuirá]. **135** **24** **85** **159** **41**

Pase al 7-17.

7-41 *(del 7-39)*

Entre dos placas paralelas cargadas, existe un campo eléctrico uniforme E. Entre estas placas, se coloca una carga de prueba positiva q. La fuerza sobre q apunta hacia la [derecha ; izquierda] y tiene el valor [E ; qE ; E/q]. Para realizar trabajo positivo sobre q, ésta debe moverse de la placa [1 a la 2 ; 2 a la 1]. La carga de prueba q tendrá [mayor ; menor] energía potencial cuando se encuentre en la placa 1 que cuando se encuentre en la 2. El trabajo llevado a cabo al moverla de una placa a la otra será [Ex ; $q\,Ex$; ninguna de éstas].



67
126
148
72
137

La diferencia de energía potencial ΔU entre las placas es [Ex ; $q\,Ex$; Ex/q ; ninguna de éstas]. Si la carga q se puede mover libremente, lo hará hacia la placa [1 ; 2], su energía potencial [aumentará ; disminuirá] y su energía cinética [aumentará ; disminuirá]

8
57
31
21

(Esta discusión continúa en el siguiente cuadro).

Pase al 7-42.

7-42 *(del 7-41)*

La energía potencial U aumenta a medida que uno se mueve hacia la [derecha ; izquierda] y E apunta hacia la [derecha ; izquierda]. Por lo tanto, la dirección en que aumenta U es [la misma que ; opuesta a] la de E. Así $\Delta U =$ [$qE\Delta x$; $-qE\Delta x$] La fuerza electrostática será $F =$ [$\Delta U/\Delta x$; $-\Delta U/\Delta x$; $-\frac{1}{q}\Delta U/\Delta x$; $\frac{1}{q}\Delta U/\Delta x$; ninguna de éstas]

142
107
82
116
92

En el estudio de la electricidad, el potencial V se define como la energía potencial eléctrica por unidad de carga. Por lo tanto, $V =$ [$q\Delta U$; $\frac{1}{q}\Delta U$; ninguna de las dos]. Y $E =$ [$\Delta V/\Delta x$; $-\Delta V/\Delta x$; $-q\Delta V/\Delta x$; $-\frac{1}{q}\Delta V/\Delta x$; ninguna de éstas] .

61
121

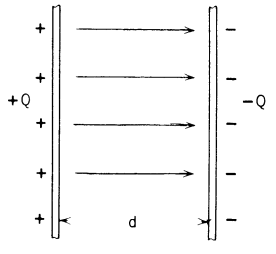
Si es incorrecta, pase al 7-36 ; si es correcta, pase al 7-37.

7-43 *(del 7-37)* El campo eléctrico dentro de la esfera hueca es [Q/r^2 ; Q/R^2 ninguno de los dos]. La fuerza eléctrica sobre la carga de prueba q dentro de la esfera hueca es cero [*cierto* ; *falso*]. El trabajo para mover la carga de prueba q, desde la superficie de la esfera cargada hasta el centro de la misma, es la fuerza promedio por la distancia. Esta cantidad de trabajo es cero [*cierto* ; *falso*]. La diferencia de potencial entre la superficie y el centro es cero [*cierto* ; *falso*]. El potencial en el centro de la esfera hueca tiene el mismo valor que en la superficie de la misma [*cierto* ; *falso*]

88 62 150 129 33

Pase al 7-47.

7-44 *(del 7-37)* El campo entre las dos placas paralelas de un condensador es $E = 4\pi Q/A$. Si se inserta entre las placas, una barra dieléctrica de espesor d', el campo en el interior del dieléctrico será $E' = \frac{4\pi Q}{\epsilon A}$ en tanto que el campo fuera de él permanecerá sin cambio.



La diferencia de potencial entre las placas será ahora;

$V =$ [$4\pi Qd/A$; $4\pi Qd/\epsilon A$; $\frac{4\pi Q}{A}\left(d + \frac{d'}{\epsilon}\right)$; $\frac{4\pi Q}{A}\left(d - d' + \frac{d'}{\epsilon}\right)$; ninguna de éstas] **119**.

La capacidad será $C =$ [$\frac{A}{4\pi\left(d - d' + \frac{d'}{\epsilon}\right)}$; $4\pi\left(d - d' + \frac{d'}{\epsilon}\right)/A$; ninguna de éstas] **146**.

Si es incorrecta, pase al 7-46 ; si es correcta, pase al 7-27.

7-45 *(del 7-21)* El campo eléctrico será $E = Q/r^2$ sólo si el objeto cargado es una carga puntual o una esfera uniformemente cargada.

Pase al 7-22.

7-46 *(del 7-44)* El trabajo que realiza una carga unitaria al moverse toda la distancia d, será igual a la diferencia de potencial V. El trabajo llevado a cabo por una carga unitaria al moverse solamente a través del dieléctrico será igual a la fuerza $E' = 4\pi Q/\epsilon A$ multiplicada por la distancia [d ; $d - d'$; d']. La distancia **64**
adicional que debe recorrer entre el dieléctrico y las placas es [d ; $d - d'$; **97**
d']. En esta región, entre el dieléctrico y las placas, la fuerza sobre una carga unitaria es [$4\pi Q/A$; $4\pi Q/\epsilon A$; ninguna de éstas] y el correspondiente **90**
trabajo realizado es $\left[\frac{4\pi Q}{A}(d - d') \; ; \; \frac{4\pi Q}{\epsilon A}(d - d') \; ; \text{ ninguna de éstas} \right]$. **131**
El trabajo total llevado a cabo por la carga unitaria es la suma de los dos resultados anteriores, o sea, $\frac{4\pi Q d'}{A\epsilon} + \frac{4\pi Q}{A}(d - d')$ [*cierto* ; *falso*]. Esto **99**
es también el valor de V [*cierto* ; *falso*]. **160**

Pase al 7-47.

7-47 *(del 7-43, 7-46 ó 7-27)* Cuestionario de repaso:

1. Quince líneas de fuerza atraviesan una área de 3 cm^2. ¿Cuál es el valor de la componente de E perpendicular a esta área?

   $E =$_____dinas/statcoulomb.

2. En una dirección determinada, el potencial eléctrico aumenta uniformemente a razón de 3 statvolts por cm, ¿cuál es la componente de E en esta dirección?

   $E =$_____dinas/statcoulomb.

3. Un electrón en una órbita de Bohr ¿tiene energía potencial negativa o positiva? _____

   ¿Cuál es la relación entre las energías cinética y potencial para este electrón? $E_c =$_____ U.

4. En un instante dado, un electrón en una órbita elíptica tiene una $E_c = 10^{-12}$ erg y una $U = -3 \times 10^{-12}$ erg. Su energía de amarre será _____ erg.

5. El campo eléctrico entre dos esferas concéntricas no depende de la carga de la esfera exterior, ¿cierto o falso? _____.

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuesta
1	la esfera
2	la izquierda
3	menor que
4	4
5	$4\pi\sigma$
6	$\frac{e^2}{r_c^2}$
7	$r + \frac{L}{2}$
8	$qE\boldsymbol{x}$
9	$4\pi(Q_1 + Q_2 + Q_3)$
10	3.01×10^{14}
11	falso
12	D
13	ninguna de las dos
14	negativo
15	9×10^9
16	1.53×10^{-16}
17	positiva
18	cero
19	$\frac{-e^2}{2r_c}$
20	menos
21	aumentará
22	$\frac{\text{kg m}^3}{\text{seg}^2\,\text{coul}^2}$
23	atraídos
24	repelidos
25	Q_2
26	$-(E_t)_0$
27	$\frac{e^2}{r^2}$
28	cero
29	juntas
30	newtons
31	disminuirá
32	14.4×10^4
33	cierto
34	atraídos
35	cierto
36	1
37	cierto
38	4
39	$4\pi(\boldsymbol{x} + R_3)^2$
40	$\sqrt{GM_p/r}$
41	disminuirá
42	Q_1E
43	$E_c - \frac{e^2}{r}$
44	positiva
45	derecha
46	negativa
47	cierto
48	cierto
49	$\sqrt{Fr^2}$
50	positiva
51	p_2E_1
52	9×10^9
53	izquierda
54	falso
55	$\frac{-e^2}{r_0}$
56	mayor
57	2
58	coulombs
59	pesada
60	9×10^9
61	$\frac{1}{q}\Delta U$
62	cierto
63	$\frac{GM_pm}{r^2}$
64	d'
65	150
66	Q
67	derecha
68	$E_c + U$
69	las hojas
70	r_c
71	cero
72	mayor
73	7.4×10^3
74	cierto
75	5
76	negativa
77	atracción
78	4.8×10^{-10}
79	negativa
80	mayor
81	fuerza eléctrica
82	opuesta a
83	electrones
84	dejan
85	las hojas
86	$\frac{-e^2}{r_0}$
87	9×10^{14}
88	ninguno de los dos
89	$\frac{10}{10^2}$
90	$\frac{4\pi Q}{A}$
91	abajo
92	$\frac{-\Delta U}{\Delta \boldsymbol{x}}$
93	$\frac{Q}{R}$
94	el mismo
95	$\frac{(3 \times 10^9)^2}{100^2}$
	$\text{gm}^{\frac{1}{2}}\,\text{cm}^{\frac{3}{2}}\,\text{seg}^{-1}$
	$d - d'$

Número Guía	Respuesta
98	$\frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{(x + R_3)^2}$
99	cierto
100	las hojas
101	cierto
102	$\frac{mv^2}{r}$
103	cierto
104	fuera de
105	positiva
106	$\frac{Q}{(r + \frac{1}{2}L)^2}$
107	derecha
108	falso
109	positiva
110	$4\pi(Q_1 + Q_2)$
111	la circunferencia por v
112	$-\frac{1}{2}U$
113	3.01×10^{23}
114	cierto
115	$\frac{GM_p m}{r^2}$
116	$-qE\Delta x$
117	ninguno de los dos
118	$\frac{1}{2}$
119	$\frac{4\pi Q}{A}\left(d - d' + \frac{d'}{\epsilon}\right)$
120	$4\pi\ (\sigma - \sigma')$
121	$\frac{-\Delta V}{\Delta x}$
122	$\frac{Q}{R}$
123	la esfera
124	cierto
125	$\frac{e^2}{GM_p m}$
127	se acercarán
128	$(Q_1 + Q_2 + Q_3)$
129	cierto

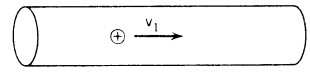
Número Guía	Respuesta
130	$\frac{E}{\epsilon}$
131	$\frac{4\pi Q}{A}(d - d')$
132	falso
133	cierto
134	r_b hasta r_a
135	la esfera
136	$\frac{100}{20^2}$
137	qEx
138	$\frac{2\rho_1\rho_2}{R}$
139	3×10^9
140	ninguna de éstas
141	repulsión
142	izquierda
143	$4\pi(Q_1 + Q_2 + Q_3)$
144	$\frac{1}{2}r_0$
145	positivamente
146	$\frac{A}{4\pi\left(d - d' + \frac{d'}{\epsilon}\right)}$
147	$\frac{\sigma(\epsilon - 1)}{\epsilon}$
148	2 a la 1
149	$\frac{Q}{(r - \frac{1}{2}L)^2} - \frac{Q}{(r + \frac{1}{2}L)^2}$
150	cierto
151	cierto
152	q desde ∞ hasta su posición actual
153	$\frac{2\rho_1}{R}$
154	ninguno de éstos
155	positiva
156	$\frac{e^2}{2r_c}$
157	$4\pi(\sigma - \sigma')$
158	positiva
159	menos
160	cierto

Capítulo 8

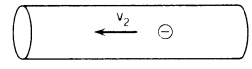
ELECTROMAGNETISMO

Nota: Este es el capítulo más extenso del manual. El completarlo le tomará aproximadamente el doble de tiempo que para cualquier otro capítulo.

8-1 Considere un líquido dentro de un tubo. Suponga que existen N iones positivos por cm y que éstos se mueven a lo largo del tubo hacia la derecha con velocidad v_1 (cada ion tiene carga $+e$). Por lo tanto, debe existir una corriente I hacia la _____, con un valor _____. Un segundo tubo tiene N iones negativos por cm que se mueven con velocidad v_2 hacia la izquierda, de modo que debe existir una corriente hacia la _____, con magnitud _____.

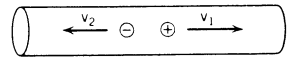


40
50



16
25

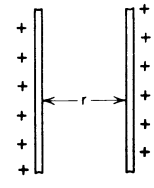
Un tercer tubo contiene una mezcla de N iones positivos y N negativos por cm; su velocidad es v_1 y v_2, respectivamente, y la corriente neta es $I =$ [$Ne(v_1 + v_2)$; $Ne(v_1 - v_2)$; ninguna de las dos] hacia la _____.



55
81

Pase al 8-2.

8-2 *(del 8-1)* La fuerza electrostática entre dos alambres cargados varía con $\left[\frac{1}{r} ; \frac{1}{r^2} ; r ; r^2 \right]$.



85

Si es incorrecta, pase al 8-22 ; si es correcta, pase al 8-3.

8-3 *(del 8-2 u 8-22)* La fuerza entre dos corrientes paralelas es proporcional a $\left[\frac{1}{r} ; \frac{1}{r^2} ; r ; r^2 \right]$, donde r es la distancia entre las corrientes. La fuerza entre corrientes paralelas (del mismo sentido) es una fuerza de [atracción ; repulsión]. **77** **47**

Pase al 8-4.

8-4 *(del 8-3)* Suponga que se define una nueva unidad de corriente, llamada abampere, por medio de la ecuación $F = 2I_1 I_2 \ell_2 / r$, en la cual se emplean unidades CGS para la fuerza y la longitud; o sea, dos alambres separados 1 cm y con corriente de 1 abampere cada uno ejercen una fuerza de atracción de _____ **10** _____ por unidad de longitud del alambre. Entonces, un abampere será _____ statcoulomb/seg. **4**

Si es incorrecta, pase al 8-12 ; si es correcta, pase al 8-5.

8-5 *(del 8-4 u 8-12)* Si se ha definido un elemento de corriente como $\frac{I\ell}{c}$, donde I se expresa en statcoulomb/seg, la fuerza magnética sobre el elemento de corriente, dividida por el elemento de corriente, será $\left[B ; \frac{B}{c} ; cB ; \text{ninguno de éstos} \right]$ **86**

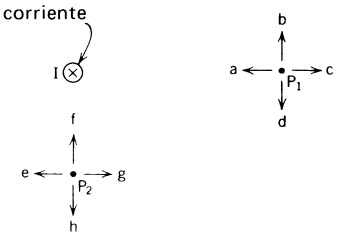
Pase al 8-6.

8-6 *(del 8-5)* La fuerza sobre una carga de prueba estacionaria q será $\left[B ; \frac{B}{c} ; E ; \text{ninguna de éstas} \right]$. **95**

Si es incorrecta, pase al 8-15 ; si es correcta, pase al 8-7.

8-7 *(del 8-6 u 8-15)*

Considere una corriente I que penetra en la página; su dirección es perpendicular al plano de ésta. En el punto P_1, el campo magnético estará en la dirección [a ; b ; c ; d ; hacia dentro ; hacia afuera] .



69

En el punto P_2, el campo magnético estará en la dirección [e ; f ; g ; h ; hacia dentro ; hacia afuera] .

65

Si r es la distancia de P_1 a la corriente I, el valor del campo magnético en P_1 deberá ser $B =$_____.

36

Si en el punto P_1 existiera una segunda corriente que apuntara hacia afuera de la página, la dirección de la fuerza magnética sobre esta corriente estaría a lo largo de [a ; b ; c ; d ; hacia dentro ; hacia afuera] .

42

Pase al 8-11.

8-8 *(del 8-11)*

El campo magnético, a una distancia de 1 metro de una corriente de 1 ampere, es $\left[\frac{2 \times 1}{1} ; \frac{2 \times 3 \times 10^9}{1} ; \frac{2 \times 3 \times 10^9}{100} ; \frac{.2}{100} \right]$ gauss.

87

La fuerza por metro de longitud entre dos corrientes paralelas, cada una de 1 ampere, separadas 1 metro es_____ newtons por metro.

22

Observe que la fuerza entre dos corrientes unitarias en el sistema MKS está bastante alejada de una fuerza unitaria.

Si es incorrecta, pase al 8-14 ; si es correcta, pase al 8-10.

8-9 *(del 8-10)*

La fuerza sobre un elemento de corriente tiene valor:

$F = \left[\left(\frac{I\ell}{c}\right) B \operatorname{sen}\theta \; ; \left(\frac{I\ell}{c}\right) B \; ; \; (I\ell) B \operatorname{sen}\theta ; \text{ ninguna de éstas} \right]$, donde θ es

58

el ángulo entre [ℓ y B ; ℓ y F ; F y B] .

91

La aguja de una brújula apuntará [en dirección perpendicular a B; a lo largo de B ; en dirección opuesta a B ; ninguna de éstas] .

73

Pase al 8-13.

8-10 *(del 8-8 u 8-14)* La regla de la mano derecha **I** proporciona la dirección [del campo magnético producido por una corriente ; de la fuerza magnética sobre una corriente en un campo magnético ; ninguna de las dos] . **9**

La regla de la mano derecha **II** proporciona la dirección [del campo magnético producido por una corriente ; del campo magnético en un solenoide ; de la fuerza magnética sobre una corriente en un campo ; ninguna de éstas] . **44**

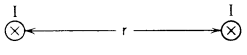
La fuerza sobre un elemento de corriente en un campo magnético siempre es perpendicular al elemento de corriente [*cierto* ; *falso*] . **21**

La fuerza sobre un elemento de corriente en un campo magnético siempre es perpendicular al campo [*cierto* ; *falso*] . **38**

El elemento de corriente siempre es perpendicular al campo magnético en el cual está situado [*cierto* ; *falso*] . **63**

Pase al 8-9.

8-11 *(del 8-7)* Considere dos corrientes I e I' dirigidas hacia la página. Sobre el elemento de corriente $(I'\ell'/c)$ la fuerza es_____ . **19**



Por lo tanto, la fuerza por elemento de corriente unitario es_____. Este es el valor de B producido por la corriente I en la posición de I' [*cierto* ; *falso*] . **84** **53**

Pase al 8-8 .

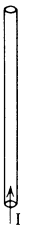
8-12 *(del 8-4)* En el sistema de unidades electrostáticas, la fuerza entre dos corrientes idénticas es $F = \dfrac{2(I/c)^2\ell}{r}$ [*cierto* ; *falso*] . **79**

Si $F = 2$ dinas (cm de longitud) y $r = 1$ cm, entonces, $(I/c)^2$ =_____ues, e I sería_____ statcoulomb/seg. **12** **27**

Pase al 8-5.

8-13 *(del 8-9)*

En la posición de q, el campo magnético B apuntará [hacia el conductor ; hacia fuera ; dentro del conductor ; fuera ; hacia arriba ; hacia abajo]. **33**



La carga positiva q experimentará una fuerza [hacia arriba ; hacia abajo ; hacia el conductor ; alejándola de él ; hacia adentro ; hacia afuera]. **41**

La dirección de la fuerza se obtiene por medio de la regla de la mano derecha [I ; II]. Cuando se aplica esta regla, el pulgar debe apuntar hacia **7**

[arriba ; abajo ; la izquierda ; la derecha ; **14**

dentro ; fuera] y el resto de los dedos [a lo largo **75**

de B ; perpendicular a B ; ninguna de las dos].

El valor de la fuerza será $F = \left[\frac{qvB}{c} ; qvB ; qB ; 0 \right]$. **23**

Que también tiene el valor $\left[\frac{2qI}{c^2 r} ; \frac{2qI}{r} ; \frac{2qI}{cr} ; \text{ninguno de éstos} \right]$. **80**

Si v apunta hacia la parte inferior de la página, la dirección de la fuerza sobre q será hacia [arriba ; abajo ; adentro ; afuera ; la izquierda ; la derecha]. **32**

Pase al 8-16.

8-14 *(del 8-8)*

En el sistema de unidades electrostáticas, la fuerza es $\left(\frac{I\ell}{c} \right)$ veces el valor de B en gauss [*cierto* ; *falso*]. Para $I = 1$ amp y $B = \frac{.2}{100}$ gauss, $F =$ **61** **31**

$\left[\frac{\ell}{10} ; \frac{\ell}{10c} ; \ell \right]$ veces $\frac{.2}{100}$ dinas. Para $\ell = 1$ metro, la fuerza es _____ **46**

dinas o _____ newtons. **57**

Pase al 8-10.

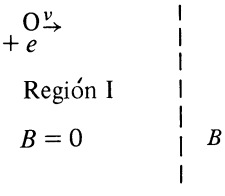
8-15 *(del 8-6)* La fuerza sobre una carga de prueba estacionaria q será [E ; qE ; $\frac{E}{q}$; ninguno de éstos]. **89**

La fuerza por unidad de carga q será_____. **17**

La fuerza por elemento de corriente unitario ($I\ell/c$) será [E ; B ; ninguno de éstos]. **48**

Pase al 8-7.

8-16 *(del 8-13)* Un protón de carga e entra en una región de campo magnético uniforme. En la región I, donde $B = 0$, la trayectoria del protón será [una línea recta ; parte de un círculo]. En la región II, la trayectoria del protón será [una línea recta ; parte de un círculo]. **11** **1**



Cuando el protón entra en la región **II**, una fuerza actúa sobre él ; ésta apunta hacia [arriba ; abajo ; dentro ; fuera ; la izquierda ; la derecha]. **43**

El valor de la fuerza es [evB ; $\frac{evB}{c}$; ninguno de éstos]. **15**

La fuerza tiene también el valor de $\frac{mv^2}{R}$, donde R es el radio de curvatura de la trayectoria circular [*cierto* ; *falso*]. **82**

El valor de R se puede obtener de la relación $\frac{mv}{R} = \frac{eB}{c}$ [*cierto* ; *falso*]. **52**

En tanto el protón se encuentre en la región **II**, su velocidad [aumenta ; disminuye ; permanece la misma]. **59**

Cuando está en esta región, el protón [gira una y otra vez ; en torno del mismo círculo ; abandona la región, después de describir un semicírculo ; ninguna de las dos]. **92**

La velocidad final del protón apunta hacia [la izquierda ; la derecha ; arriba ; abajo ; ningún lado]. En conclusión se observa que en efecto, las partículas cargadas en un espacio libre de campo son reflejadas por regiones de campo magnético. **68**

Pase al 8-17.

8-17 *(del 8-16)* Ahora suponga que q penetra en la página. La dirección de la fuerza será hacia [arriba ; abajo ; dentro ; fuera ; la izquierda ; la derecha ; ninguna de éstas].

⊗ q
v hacia la página

13

Pase al 8-23.

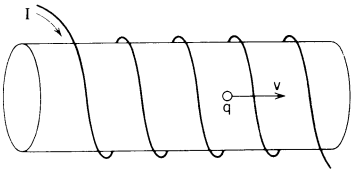
8-18 *(del 8-23)* La fuerza sobre una carga en movimiento es $F = \frac{qvB}{c}$ solamente cuando v y B son perpendiculares [*cierto* ; *falso*]. Si θ es el ángulo entre v y B la ecuación general es $F =$ _____ .

71

37

Pase al 8-19.

8-19 *(del 8-18)*



q está dentro del solenoide y sobre el eje

La carga positiva q tiene una velocidad v que apunta a lo largo del eje del solenoide. La dirección de la fuerza sobre q es hacia [arriba ; abajo ; la izquierda ; la derecha ; dentro ; fuera ; ninguna de éstas]. El valor de la fuerza sobre q es [$\frac{qvB}{c}$; qvB ; 0 ; ninguno de éstos]. La velocidad es [perpendicular ; paralela] a B.

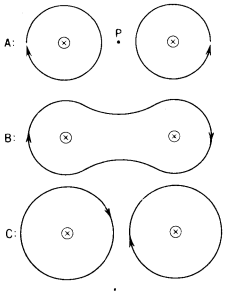
93

6

49

Pase al 8-21.

8-20 *(del 8-21)* Considere dos alambres con corrientes iguales dirigidas hacia la página. En el punto P, situado a una distancia r de cada uno de los alambres, el campo magnético resultante será $B = [\frac{2I}{cr}$; $\frac{4I}{cr}$; 0 ; ninguno de éstos]. Las líneas de B para el campo magnético *resultante* aparecerán como la [Fig. A ; B ; C].

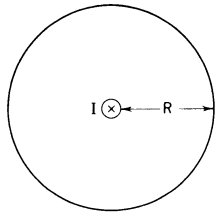


56

88

Pase al 8-25.

8-21 *(del 8-17)* Considere una corriente I que apunta hacia la página. Tracemos en torno de ella un círculo de radio R. El valor de B en cualquier punto sobre este círculo es_____. La dirección de B apunta [alrededor del círculo ; perpendicular al círculo].



2
39

El valor promedio de B alrededor del círculo es B_L =_____. 45

La longitud total de la trayectoria circular cerrada es L =_____. 54

Por lo tanto, $B_L \cdot L$ = $\left[4\pi I \ ; \ \frac{4\pi I}{c} \ ; \text{ ninguno de éstos} \right]$. 215

Las relaciones precedentes son ciertas para cualquier trayectoria cerrada. Esta relación se llama ley de Ampere.

Pase al 8-20.

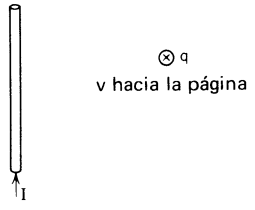
8-22 *(del 8-2)* Para la explicación, vea el cuadro 7-32 del capítulo 7.

Pase al 8-3.

8-23 *(del 8-17)* La dirección de B es hacia [dentro ; fuera ; arriba ; abajo ; la izquierda ; la derecha]. 94

La dirección de B es [paralela ; perpendicular] a v. 3

La fuerza sobre q es $\left[0 \ ; \frac{qvB}{c} \ ; \text{ ninguna de las dos} \right]$. 18

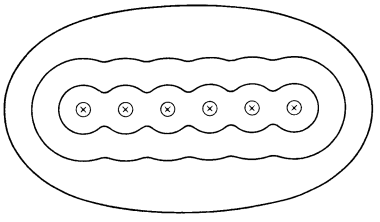


Pase al 8-18.

8-24 *(del 8-26)* Según la ley de Ampere, $\Sigma B_i L_i$ = $\left[\frac{4\pi i}{c} \ ; \ \frac{4\pi i L_1}{c} \ ; \ 0 \ ; \ \frac{2\pi i}{c} \ ; \text{ ninguno de éstos} \right]$. 51

Si es incorrecta, pase al 8-32 ; si es correcta, pase al 8-49.

8-25 *(del 8-20)* Considere varios alambres paralelos con corrientes iguales dirigidas hacia la página. Las líneas de fuerza aparecerán como en la figura. Por encima de las corrientes, la dirección de B será hacia [la izquierda ; la derecha] por debajo de las corrientes, la dirección de B será hacia [la izquierda ; la derecha].

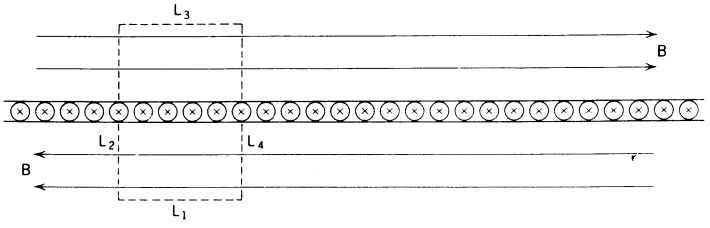


5

34

Pase al 8-26.

8-26 *(del 8-25)* Ahora considere un número virtualmente infinito de corrientes paralelas que apuntan hacia la página.



Estas corrientes se suman para producir una corriente superficial de i statampere/cm, en la superficie exterior perpendicular a la página. La corriente que pasa a través del rectángulo de líneas discontinuas es [i ; iL_1 ; $\frac{i}{L_1}$] statampere. 60

Las líneas de B estarán como se muestran. Se desea calcular la magnitud de B, aplicando la ley de [Ampere ; Faraday], a la trayectoria cerrada rectangular. Primero se evaluará B_1L_1, B_2L_2, etc., donde B_1 y B_2 son las componentes de B a lo largo de L_1 y L_2, respectivamente. B_1 = [0 ; B]. 24

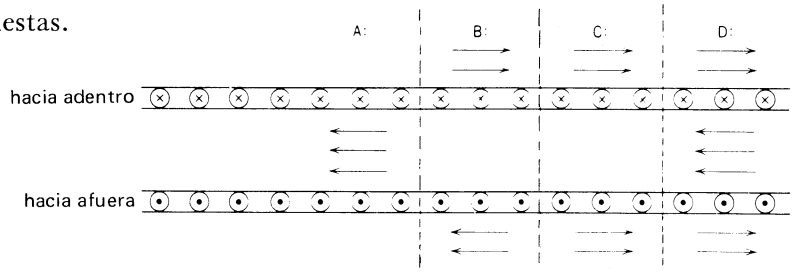
B_2 = [0 ; B]. 90

Por lo tanto, $B_1L_1 = B_3L_3$ = [0 ; BL_1 ; $2BL_1$] y $B_2L_2 = B_4L_4$ = [0 ; BL_2 ; $2BL_2$]. 78 62

La suma total alrededor de los 4 lados de la trayectoria cerrada es ΣB_iL_i = [BL_1 ; $2BL_1$; 0 ; $4BL_1$; $2B(L_1 + L_2)$; ninguno de éstos]. 8

Pase al 8-24.

8-27 *(del 8-49)* Ahora suponga dos corrientes superficiales que se desplazan en direcciones opuestas.

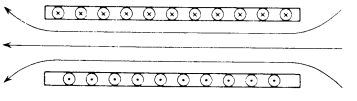


Las líneas del campo resultante estarán como en la Fig. [A ; B ; C ; D] **64**

y el campo neto entre las dos superficies será B [0 ; $\frac{2\pi i}{c}$; $\frac{4\pi i}{c}$; ninguno de éstos]. **76**

Si es incorrecta, pase al 8-30 ; si es correcta, pase al 8-28.

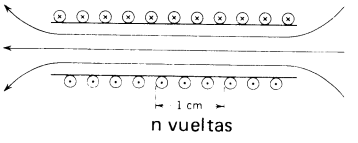
8-28 *(del 8-27 u 8-30)* Si los dos planos conductores son de longitud finita, las líneas de B estarán como se muestra.



La magnitud de B entre los planos será $B =$ [$\frac{2\pi i}{c}$; $\frac{4\pi i}{c}$; $\frac{2i}{cr}$; 0], **35**

excepto cerca de los extremos. Observe que la situación anterior es similar a la que presenta la vista lateral de un solenoide de sección transversal rectangular.

Consideremos ahora el solenoide anterior (de n vueltas por cm), donde cada vuelta lleva una corriente I, de modo que la corriente superficial correspondiente debe ser $i =$ [nI ; $\frac{I}{n}$; I ; ninguno de éstos] statampere/cm. **20**

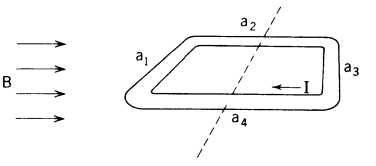


Luego, el campo magnético en el interior sería $B = \frac{4\pi(nI)}{c}$ [*cierto* ; *falso*]. **28**

Nótese que hemos llegado a la fórmula para el campo en el interior de un solenoide.

Pase al 8-29.

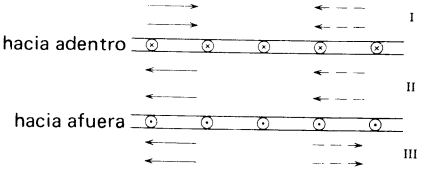
8-29 *(del 8-28)* Se desea calcular las fuerzas sobre una espira rectangular, cuando ésta se encuentra en un campo magnético externo B. Considérese el lado a_1, en el cual la corriente circula hacia dentro de la página.



La fuerza sobre a_1 será $F =$ [$\frac{IB}{c}$; 0 ; $\frac{Ia_1B}{c}$; ninguno de éstos] y su **74**
dirección estará hacia [arriba ; abajo ; izquierda ; derecha]. La fuerza **66**
sobre a_3 tendrá la misma magnitud que F_1 [*cierto* ; *falso*]. La fuerza sobre a_3 **83**
tendrá dirección [igual ; opuesta] a la de F_1. Las dos fuerzas juntas **26**
tenderán a hacer girar la espira alrededor del eje (en línea discontinua)
y [en el sentido de las manecillas del reloj ; en sentido contrario de las **29**
manecillas del reloj]. La fuerza sobre a_2 será [hacia dentro ; hacia **72**
fuera ; hacia arriba ; hacia abajo ; hacia la izquierda ; hacia la derecha ;
cero]. Las fuerzas sobre a_2 y a_4 tenderán a hacer girar la espira [*cierto* ; **70**
falso].

Pase al 8-31.

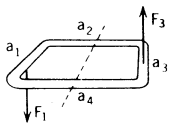
8-30 *(del 8-27)* Para determinar las líneas de B resultantes, consideremos primero las líneas producidas por cada una de las corrientes superficiales. En esta figura, las líneas interrumpidas se deben tan sólo a la corriente superficial [superior ; inferior]. Las líneas continuas son líneas de B producidas solamente por la corriente superficial [superior ; inferior]. En las regiones I y III, las líneas **128**
continuas e interrumpidas se [suman ; cancelan]. En las regiones I y III, **96**
el campo neto *será* $B =$ [$\frac{2\pi i}{c}$; $\frac{4\pi i}{c}$; 0]. En la región II, el campo neto *será* **177**
$B =$ [$\frac{2\pi i}{c}$; $\frac{4\pi i}{c}$; 0 ; ninguno de éstos]. **110**



67

Pase al 8-28.

8-31 *(del 8-29)* El momento de torsión o torca se define como el producto de la fuerza por la distancia desde el eje. Entonces, el momento de torsión debido a F_1 es $T_1 = \left[F_1 \ ; \ F_1 a_1 \ ; \ \frac{1}{2} F_1 a_1 \ ; \ F_1 a_1 \ ; \ \frac{1}{2} F_1 a_2 \right]$. El momento de torsión total debido a F_1 y F_3 es [$F_1 a_1$; $F_1 a_2$; $2F_1 a_2$]. Que tiene el valor $T = IBa_1 a_2 / c$ [*cierto* ; *falso*]. El momento de torsión también tiene el valor $T = IBA/c$, donde $A = a_1 a_2$ es el área de la espira [*cierto* ; *falso*]. Se puede demostrar que esta fórmula es cierta para espiras de corriente de cualquier forma [*cierto* : *falso*].



136 153 184 105 114

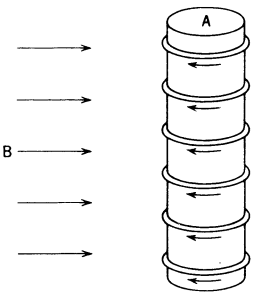
Pase al 8-33.

8-32 *(del 8-24)* La corriente total que pasa a través del rectángulo del cuadro 8-26 es $I =$ [i ; iL_1 ; 0 ; ninguno de éstos]. El miembro derecho de la ley de Ampere debería ser $\left[\frac{4\pi i}{c} ; \frac{4\pi I}{c} \right]$.

161 173

Pase al 8-49.

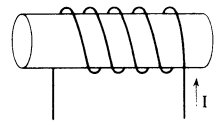
8-33 *(del 8-31)* Suponga que hay N espiras de corriente, cada una de área A, y dispuestas como se muestra en la figura. El momento de torsión total sobre el sistema completo sería $T = \left[\frac{IBA}{c} ; \frac{NIBA}{c} ; \text{ninguno de éstos} \right]$.



124

Pase al 8-38.

8-34 *(del 8-39)* Dentro de este solenoide, las líneas de fuerza apuntan hacia la [izquierda ; derecha]. **178**

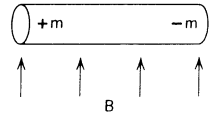


El equivalente al polo magnético positivo se encuentra [abajo ; arriba ; en el extremo izquierdo ; en el extremo derecho]. **149**

Si un campo magnético externo va desde la parte inferior hasta la parte superior de esta página, el momento de torsión sobre el solenoide tenderá a hacerlo girar [en el sentido de las manecillas del reloj ; en sentido contrario a las manecillas del reloj]. **101**

Pase al 8-35.

8-35 *(del 8-34)* Esta es la barra magnética equivalente al solenoide del cuadro anterior. La fuerza sobre el extremo izquierdo de esta barra tiene el valor $\left[mB \; ; \frac{B}{m} \right]$ y está apuntando [a lo largo de B ; en sentido opuesto a B ; ninguno de los dos]. **100** **142**

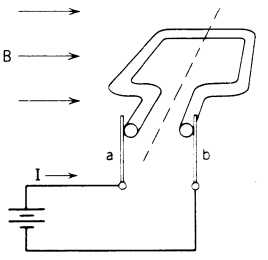


La fuerza sobre el extremo derecho está apuntando [a lo largo de B ; en sentido opuesto a B ; ninguno de los dos]. **152**

Estas dos fuerzas tienden a hacer girar la barra magnética [en el sentido de las manecillas del reloj ; en sentido contrario de las manecillas] y a alinearla [paralela ; antiparalela] a B. **109** **121**

Pase al 8-36.

8-36 *(del 8-35)* Esta espira está conectada a una batería a través de los cepillos fijos *a* y *b*. En la posición que se muestra, existirá un momento de torsión que tiende a hacer girar la espira [en el sentido de las manecillas del reloj ; en sentido contrario de las manecillas del reloj] , alrededor del eje (línea punteada). Después de que la espira ha girado 180°, existirá un momento de torsión que tenderá a hacerla girar [en el sentido de las manecillas del reloj ; en sentido contrario de las manecillas del reloj]. Este cuadro ilustra el principio del [motor ; generador] eléctrico.



150 111 107

Pase al 8-41.

8-37 *(del 8-41)* La fem tiene unidades [dinas/statcoul ; erg/statcoul ; dinas ; ergs ; erg/seg] .

123

La fem tiene las mismas unidades que [el campo eléctrico ; el potencial eléctrico ; la energía potencial eléctrica ; ninguna de éstas] .

138

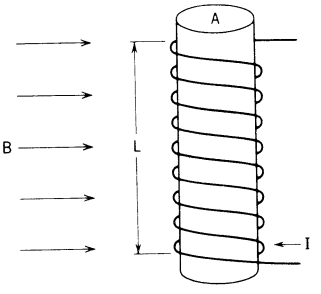
Pase al 8-40.

8-38 *(del 8-33)* Un solenoide tiene N vueltas en una longitud L. Sea i la corriente por cm de longitud. Luego $i = \left[NI \; ; \frac{NI}{L} \; ; \frac{I}{L} \right]$.

166

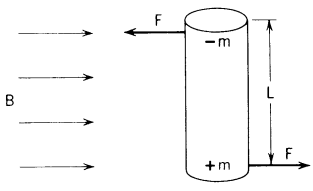
El momento de torsión en el solenoide es $T =$ $\left[\frac{iBAL}{c} \; ; \frac{iBA}{Lc} \; ; \frac{iBA}{c} \; ; \text{ninguno de éstos} \right]$.

171



Pase al 8-39.

8-39 *(del 8-38)* Se sabe que un solenoide se puede representar por una barra magnética equivalente de intensidad de polo m. La fuerza sobre cada polo es $\left[mB \ ; \ \frac{mB}{c} \ ; \ 2mB \ ; \text{ ninguna de éstas} \right]$ El momento de torsión sobre esta barra magnética equivalente es $T = \left[FL \ ; \ 2FL \ ; \ \frac{1}{2}FL \right]$, que tiene el valor $\left[mBL \ ; \ 2mBL \ ; \ \frac{1}{2}mBL \right]$.



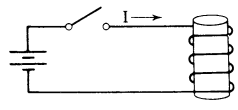
146 140 99

De acuerdo con el cuadro anterior, este mismo momento de torsión en términos de la corriente i, tiene el valor $iBAL/c$ [*cierto* ; *falso*]. Si se igualan las dos respuestas anteriores, se obtiene la relación $m =$ _____, en términos de la corriente del solenoide por cm de longitud a lo largo del solenoide. Por lo contrario, si se tiene una barra magnética de intensidad de polo m, se puede usar la fórmula anterior para calcular i, que representa la corriente atómica neta que debería circular de manera permanente alrededor de la superficie exterior del material ferromagnético.

113 119

Pase al 8-34.

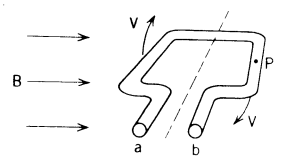
8-40 *(del 8-37)* Suponga que la corriente para un solenoide se conecta por medio de un interruptor. Si la corriente aumenta desde cero, el número de líneas de B en el solenoide aumentará [*cierto* ; *falso*]. Si aumenta la N_B encerrada por las vueltas del solenoide, se inducirá una fem $= \frac{1}{c}\frac{\Delta N_B}{\Delta t}$ para cada vuelta del solenoide [*cierto* ; *falso*]. La fem inducida total será $\left[\frac{N}{c}\frac{\Delta N_B}{\Delta t} \ ; \ \frac{1}{c}\frac{\Delta N_B}{\Delta t} \ ; \ \frac{N^2}{c}\frac{\Delta N_B}{\Delta t} \right]$; donde N es el número total de vueltas del solenoide. Esta fem inducida se llama fem opuesta V'. V' es proporcional a $\left[I \ ; \ N_B \ ; \ \frac{\Delta I}{\Delta t} \ ; \text{ ninguno de éstos} \right]$.



167 143 108 127

Si es incorrecta, pase al 8-45 ; si es correcta, pase al 8-42.

8-41 *(del 8-36)* Considere una espira giratoria, como la que se muestra. La fuerza sobre un electrón de conducción en el punto P tendrá el valor [0 ; $\frac{Bv}{c}$; $\frac{evB}{c}$; ninguno de éstos] y apuntará hacia [dentro ; fuera ; arriba ; abajo ; ninguna de éstas]. La fuerza sobre el electrón tenderá a moverlo hacia [a ; b]. El potencial eléctrico en el conductor a será [más positivo ; más negativo ; el mismo] que en b. Cuando a llega a 90° de su posición inicial (después de $\frac{1}{4}$ de vuelta), el potencial en a será [más positivo ; más negativo ; el mismo] que en b. Esto ilustra el principio del [generador ; motor] de [c-a ; c-d].

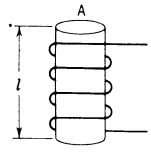


151 188 175 120 106 115 191

Pase al 8-37.

8-42 *(del 8-40)* A la constante de proporcionalidad entre la fem opuesta V' y $\Delta I/\Delta t$, se le llama autoinductancia L. $V' = L\left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right)$. Ahora se derivará una fórmula para la autoinductancia de un solenoide, en términos de su tamaño y del número de vueltas N.

Según la ley de Faraday $V' =$ $\left[\frac{N}{c}\frac{\Delta N_B}{\Delta t}\ ;\ \frac{1}{c}\frac{\Delta N_B}{\Delta t}\ ;\ \frac{N}{c}\frac{\Delta l}{\Delta t}\right]$. 162



N_B tiene el valor $\left[B \cdot A\ ;\ \frac{B}{A}\right]$. 145

B tiene el valor $\left[\frac{4\pi I}{cN}\ ;\ \frac{4\pi I}{c}\left(\frac{N}{\ell}\right)\ ;\ \frac{4\pi IN}{c}\right]$. 187

Si se multiplica por A, se obtiene: $N_B = \frac{4\pi NAI}{c\ell}$ [*cierto* ; *falso*]. 159

Por lo tanto $\frac{\Delta N_B}{\Delta t} =$_____. 154

La fem opuesta V' es N/c veces este valor, $V' =$ $\left[\frac{4\pi N^2 A}{c^2\ell}\ ;\ \frac{4\pi A}{\ell}\ ;\ \frac{4\pi N^2}{c^2\ell^2}\right]$ 144

veces $(\Delta I/\Delta t)$. Por consiguiente, $L =$_____. 148

Pase al 8-44.

8-43 *(del 8-45)*

La ley de Faraday establece que un campo [magnético ; eléctrico] variable induce una fem. **104**

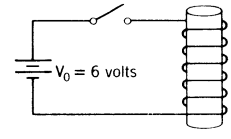
La ley de Faraday también establece que un campo [magnético ; eléctrico] variable induce un campo [magnético ; eléctrico]. **181** **125**

La fem se puede expresar en términos del campo eléctrico inducido [*cierto* ; *falso*]. **157**

Fem = $\left[\Sigma E_i \cdot L_i \; ; \; E \; ; \; \frac{E_L L}{\Sigma L_i}\right]$ en torno de una trayectoria cerrada. **133**

Pase al 8-46.

8-44 *(del 8-42)*



A través de las terminales de un solenoide de 1000 vueltas que produce 10^5 líneas de fuerza por cada ampere que pasa por él se conecta repentinamente una batería de 6 volts. $N_B = 10^5 I$ líneas/amp. Ahora veremos cómo I debe incrementarse con el tiempo, después de que se cierra el interruptor. Sea V' la magnitud de la fem opuesta y V_0 el voltaje de la batería. Entonces, el voltaje neto que tiende a conducir la corriente por el circuito es [$V_0 - V'$; $V_0 + V'$]. **97**

Suponga que V' es menor que V_0 y que la resistencia del alambre y de la batería es cero; entonces la corriente I debe ser [cero ; infinita]. Para que I sea finita, se concluye que V' deberá ser igual a V_0 (suponiendo resistencia cero). Si $V' = V_0$, V' es constante y $\Delta I/\Delta t$ también deberá ser constante [*cierto* ; *falso*]. En este problema, se desea calcular $\Delta I/\Delta t$ o la razón de crecimiento de la corriente I. **130** **135**

$V' = \frac{N}{c}\frac{\Delta N_B}{\Delta t} = \frac{N}{c}\left(10^5 \frac{\Delta I}{\Delta t}\right)$ para I en [statamper ; ampere] y V' en [volts ; statvolts]. **103** **116**

Resolviendo para $\Delta I/\Delta t$, se obtiene $\Delta I/\Delta t = cV'/10^5 N$, donde V' = 6 volts = _____ statvolts. **185**

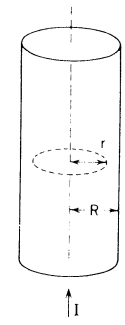
$\frac{\Delta I}{\Delta t}$ = _____ amp/seg. **179**

Tres segundos después de haberse cerrado el interruptor, la corriente será _____ amp. **190**

¿Cuál es la autoinductancia, en unidades MKS, del solenoide de que se trata? En el sistema MKS, se tiene la misma ecuación $V' = L\,(\Delta I/\Delta t)$, pero ahora V' está en volts e I en amperes. Las unidades de L reciben un nombre especial, el henry. L = _____ henrys. **205**

Pase al 8-45

8-45 *(del 8-40 u 8-44)* Considere una barra conductora con corriente I. Se sabe que el campo magnético fuera de la barra y a una distancia r del eje es $B =$_____.



169

Pero ¿cuál es el valor de B dentro de la barra?

Para calcular los campos magnéticos, suele usarse la ley de _____. Como trayectoria cerrada, tome un círculo de radio r dentro de la barra. Si B_r es el valor de B a una distancia r del eje $\Sigma B_i L_i =$ [$B_r 2\pi r$; $B_r \pi r$; $2B_r r$; ninguno de éstos]. Esto deberá ser igual a $4\pi I_r/c$, donde I_r es la [corriente total I ; corriente en r solamente ; la corriente encerrada por el círculo de radio r].

98 112 117

Suponga que la corriente es uniforme sobre la sección transversal de la barra $I_r =$ $\left[I \; ; \; \frac{Ir}{R} \; ; \; \frac{Ir^2}{R^2} \; ; \text{ ninguno de éstos} \right]$. Entonces $\Sigma B_i L_i = \frac{4\pi}{c} \frac{r^2}{R^2} I$.

155

Substituyendo:

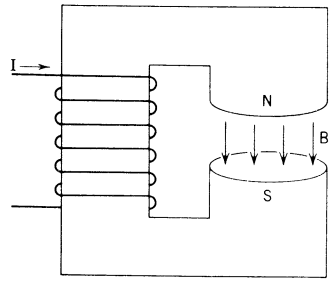
$$(B_r \cdot 2\pi r) = \frac{4\pi r^2 I}{cR^2}$$

y

$$B_r = \frac{2Ir}{cR^2} .$$

Pase al 8-43.

8-46 *(del 8-43)* Cuando se conecta un electroimán, se produce un campo magnético variable. Suponga que para este imán $\Delta B/\Delta t = 10^4$ gauss/seg.



Mientras B esté aumentando entre los polos del electroimán [existirá ; no existirá] un campo eléctrico. Después de que el electroimán se ha "conectado" completamente (B es constante) , [existirá ; no existirá] un campo eléctrico, entre los polos del imán.

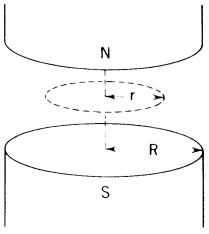
201

176

Pase al 8-47.

8-47 *(del 8-46)*

Calculemos el valor de E, a una distancia r del centro del polo de superficie circular. Considere una trayectoria cerrada de longitud L =_____. (Ver figura.) **118**



La fem en torno de la trayectoria será $\frac{1}{c}\frac{\Delta N_B}{\Delta t}$, donde N_B = [$B\pi r^2$; $2B\pi r^2$; $B\pi R^2$; $2B\pi R^2$]. La fem también tiene el valor: $\left[\ 2\pi rE\ ;\ rE\ ;\ \frac{2\pi rE}{L}\ \right]$. **156** **189**

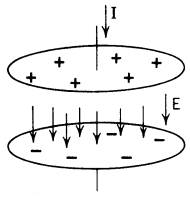
Igualando las dos expresiones anteriores para la fem, se obtiene: E =_____. **164**

Para $r = 10$ cm y $\Delta B/\Delta t = 10^4$ gauss/seg se tiene: E =_____ dinas/statcoulomb. **182**

La dirección de E sería [paralela ; perpendicular] a B. **126**

Pase al 8-48.

8-48 *(del 8-47)* Suponga que entre dos placas circulares de metal se produce un campo eléctrico haciendo llegar una corriente, o cargas, a una placa, y recogiéndolas de la otra. A medida que E aumenta [aparece ; no aparece] un campo magnético entre las placas de metal.



131

Este campo se puede calcular por medio de [la ley de Faraday ; las modificaciones de Maxwell a la ley de Ampere] . 168

Si E es constante [aparece ; no aparece] un campo magnético entre las placas. Al igual que en el cuadro anterior, calculemos B, tomando una trayectoria cerrada circular de radio r entre las dos placas (r menor que el radio de las placas). La ecuación a usar es ; 102

$$\left[\bar{E}_L \cdot L = \frac{1}{c}\left(\frac{\Delta N_B}{\Delta t}\right) ; B_L \cdot L = \frac{4\pi I}{c} + \frac{1}{c}\left(\frac{\Delta N_E}{\Delta t}\right) \right]. \quad 180$$

La corriente I que pasa a través de la trayectoria cerrada es $\left[0 ; E \cdot \pi r^2 ; \right.$ 186

$$\left. \pi r^2 \left(\frac{\Delta E}{\Delta t}\right) ; \text{ninguno de éstos} \right] .$$

El miembro izquierdo tiene el valor [$B\pi r^2$; $2\pi Br$; ninguno de los dos] . 160

El miembro derecho tiene el valor $\left[\frac{\pi r^2}{c} (\Delta B/\Delta t) ; \frac{\pi r^2}{c} (\Delta E/\Delta t) ; \text{ninguno de los dos} \right]$. 141

La solución es $B = \left[\frac{\pi r}{c} (\Delta E/\Delta t) ; \frac{\pi r}{2c} (\Delta E/\Delta t) ; \frac{r}{2c} (\Delta E/\Delta t) \right]$. 192

Para $r = 10$ cm y $(\Delta E/\Delta t) = 10^4$ ues/seg se tiene $B = \frac{10^5}{6 \times 10^{10}}$ [gauss ; 172

unidades MKS] .

La dirección de B es [paralela ; perpendicular] a E. 147

Pase al 8-50.

---

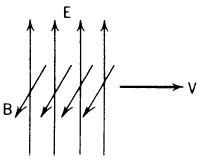
8 49 *(del 8-24 u 8-32)* Del cuadro 8-24, se tiene la relación $\Sigma B_i L_i = \frac{4\pi i}{c} L_1$. En el cuadro 8-26, se encontró que el miembro izquierdo es $2BL_1$.

Igualando estos dos resultados se obtiene $B =$_____. 122

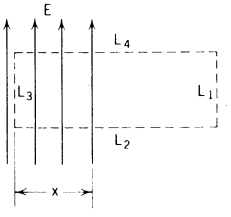
Este es el campo magnético producido por [un solenoide ; una corriente superficial] . 134

Pase al 8-27.

8-50 *(del 8-48)* En los dos cuadros siguientes, se demostrará que las ecuaciones de Maxwell exigen que una onda electromagnética debe viajar a través del espacio vacío con la velocidad de la luz.



Suponga que una región donde los campos eléctrico y magnético se cruzan, viaja hacia la derecha en el espacio vacío con una velocidad v. La figura muestra los campos cuando ya han viajado una distancia x. Mas allá de x, los campos son cero. La velocidad de la onda será $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$. Se desea calcular ν y la relación entre E y B. Primero tomemos como trayectoria cerrada un rectángulo vertical de lados L_1, L_2, L_3 y L_4. En esta trayectoria, quedan encerradas las líneas de [E ; B]. Entonces, la ecuación apropiada será la ley de [Ampere ; Faraday].



163
137

La fem en torno de esta trayectoria cerrada es [0 ; EL_3 ; BL_3 ; $E(L_2 + L_3 + L_4)$; ninguno de éstos]. 158

Esto deberá ser igual a $\left[\frac{1}{c}(\Delta N_B/\Delta t)\ ;\frac{1}{c}(\Delta N_E/\Delta t)\ ;\text{ ninguno de los dos}\right]$. 174

El número de líneas de B que atraviesan el rectángulo es N_B = [BL_1L_2 ; BL_3x ; ninguno de los dos]. 209

Por lo tanto, $\frac{\Delta N_B}{\Delta t} = \frac{BL_3\Delta x}{\Delta t}$ [*cierto* ; *falso*], donde $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ = [v ; B ; E ; ninguno de éstos]. 132 170

La ley de Faraday establece $\Sigma E_i L_i = \frac{1}{c}\left(\frac{\Delta N_B}{\Delta t}\right)$ [*cierto* ; *falso*]. 139

El miembro derecho tiene el valor $\left[\frac{BvL_3}{c}\ ;\ BvL_3\ ;\ BvL_2L_3\right]$. 129

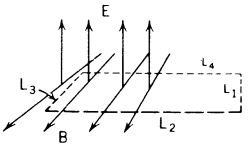
El miembro izquierdo tiene el valor_____. 165

Igualando los dos resultados anteriores, se obtiene:

$\left[E = Bv\ ;\ E = \frac{Bv}{c}\ ;\ B = \frac{Ev}{c}\ ;\text{ ninguno de éstos}\right]$. 183

Pase al 8-51.

8-51 *(del 8-50)* Ahora tome el mismo rectángulo, pero que ha sufrido una rotación de 90° alrededor de L_2, de manera que es perpendicular a las líneas de E. Este rectángulo [horizontal ; vertical] encierra las líneas de [E ; B]. Por lo tanto la ecuación apropiada es [la ley de Ampere (modificada por Maxwell) ; la ley de Faraday].



193
202
214

La cantidad $\Sigma B_i \cdot L_i$ tiene el valor [BL_3 ; $B(L_3 + 2L_2)$ ninguno de éstos]. **197**

La cantidad $\frac{1}{c}\left(\frac{\Delta N_E}{\Delta t}\right)$ tiene el valor $\frac{1}{c}\frac{EL_3}{\Delta t}\Delta x$ que es $\frac{EvL_3}{c}$ [*cierto* ; *falso*]. **199**

Para $I = 0$, la ley de Ampere modificada es $\Sigma B_i \cdot L_i = \frac{1}{c}\frac{\Delta N_E}{\Delta t}$ [*cierto* ; *falso*]. **211**

El miembro izquierdo tiene el valor BL_3 [*cierto* ; *falso*]. **196**

El miembro derecho tiene el valor $\frac{EvL_3}{c}$ [*cierto* ; *falso*]. **206**

Igualando los dos resultados anteriores, se obtiene: $B = \frac{Ev}{c}$ que es [igual ; diferente] al resultado final obtenido en el cuadro anterior. Si se multiplican estos dos resultados finales, se obtiene $\left[EB = \frac{EBv^2}{c^2} \; ; \; EB = BE \right]$. **213** **194**

Por consiguiente, $v = c$ y $E = B$ deberá ser cierto para una onda electromagnética en movimiento.

Pase al 8-52.

8-52 Cuestionario de repaso:

(del 8-51)

1. ¿Cuáles son las unidades de la fem? _____. **195**
2. ¿Cuál de las siguientes cantidades es fem ($\Sigma E_i \cdot \ell_i$; ΣB_t; ℓ_i; o $\Sigma F_i \cdot \ell_i$) ?___ **212**

_____ .

3. ¿Cuáles son las unidades electrostáticas de la corriente?_____. **203**
4. Escriba la ley de Ampere _____. **200**
5. Escriba la ley de Ampere con la modificación de Maxwell _____. **207**
6. Escriba la ley de Faraday _____. **198**
7. ¿Cuál de estas leyes se usa para calcular la intensidad de campos magnéticos debidas a corrientes estacionarias ? _____. **210**
8. ¿Cuál de estas reglas se usa para determinar la dirección del campo magnético producido por corrientes estacionarias? _____. **204**
9. Un imán que tiene un polo magnético de intensidad $m = 3$ unidades cgs, se coloca en un campo magnético B. Si la fuerza sobre cada uno de los polos es 18 dinas, ¿cuál es el valor de B? B =_____ gauss. **208**

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuesta
1	parte de un círculo
2	$\frac{2I}{cr}$
3	paralela
4	3×10^{10}
5	la derecha
6	cero
7	II
8	$2BL_1$
9	del campo magnético producido por una corriente.
10	2 dinas
11	una línea recta
12	1
13	ninguna de éstas
14	la izquierda
15	$\frac{evB}{c}$
16	derecha
17	E
18	cero
19	$\frac{2I(I'l')}{c^2r}$
20	nI
21	cierto
22	2×10^{-7}
23	$\frac{qvB}{c}$
24	B
25	Nev_2
26	opuesta
27	3×10^{10}
28	cierto
29	en sentido contrario de las manecillas del reloj
30	Ampere
31	$\frac{l}{10}$
32	la derecha
33	dentro del conductor
34	la izquierda
35	$\frac{4\pi i}{c}$
36	$\frac{2I}{cr}$
37	$\frac{qv}{c} B \operatorname{sen}\theta$
38	cierto
39	alrededor del círculo
40	derecha
41	hacia abajo
42	c
43	abajo
44	de la fuerza magnética sobre una corriente de un campo
45	$\frac{2I}{cR}$
46	.02
47	atracción
48	B
49	paralela
50	Nev_1
51	$\frac{4\pi iL_1}{c}$
52	cierto
53	cierto
54	$2\pi R$
55	$Ne(v_1 + v_2)$
56	cero
57	2×10^{-7}
58	$\left(\frac{Il}{c}\right)B \operatorname{sen}\theta$
59	permanece la misma
60	iL_1
61	cierto
62	cero
63	falso
64	A
65	e
66	abajo
67	inferior
68	la izquierda
69	d
70	falso
71	cierto
72	cero
73	a lo largo de B
74	$\frac{Ia_1B}{c}$
75	a lo largo de B
76	$\frac{4\pi i}{c}$
77	$\frac{1}{r}$
78	BL_1
79	cierto
80	ninguno de éstos
81	derecha
82	cierto
83	cierto
84	$\frac{2I}{cr}$
85	$\frac{1}{r}$
86	B
87	$\frac{.2}{100}$
88	B
89	qE
90	cero
91	l y B
92	abandona la región después de describir un semicírculo
93	ninguna de éstas

Número Guía	Respuesta
94	dentro
95	ninguna de éstas
96	cancelan
97	$V_0 - V'$
98	Ampere
99	mBL
100	mB
101	en el sentido de las manecillas del reloj
102	no aparece
103	ampere
104	magnético
105	cierto
106	el mismo
107	motor
108	$\frac{N}{c}\frac{\Delta N_B}{\Delta t}$
109	en el sentido de las manecillas del reloj
110	$\frac{4\pi i}{c}$
111	en el sentido contrario de las manecillas del reloj
112	$B_r\, 2\pi r$
113	cierto
114	cierto
115	c-a
116	statvolts
117	la corriente encerrada por el círculo de radio r
118	$2\pi r$
119	$\frac{iA}{c}$
120	más negativo
121	paralela
122	$\frac{2\pi i}{c}$
123	erg/statcoul
124	$\frac{NIBA}{c}$
125	eléctrico
126	perpendicular
127	$\frac{\Delta I}{\Delta t}$

Número Guía	Respuesta
128	superior
129	$\frac{BvL_3}{c}$
130	infinita
131	aparece
132	cierto
133	$\Sigma E_i \cdot L_i$
134	una corriente superficial
135	cierto
136	$\frac{1}{2} F_1 a_2$
137	Faraday
138	el potencial eléctrico
139	cierto
140	FL
141	$\frac{\pi r^2}{c}\left(\frac{\Delta E}{\Delta t}\right)$
142	a lo largo de B
143	cierto
144	$\frac{4\pi N^2 A}{c^2 l}$
145	$B \cdot A$
146	mB
147	perpendicular
148	$\frac{4\pi N^2 A}{c^2 l}$
149	en el extremo izquierdo
150	en sentido contrario de las manecillas del reloj
151	$\frac{evB}{c}$
152	en sentido opuesto a B
153	$F_1 a_2$
154	$\frac{4\pi NA}{cl}\frac{\Delta I}{\Delta t}$
155	$\frac{Ir^2}{R^2}$
156	$B\pi r^2$
157	cierto
158	El_3
159	cierto
160	$2\pi Br$
161	iL_1

Número Guía	Respuesta
162	$\frac{N}{c}\frac{\Delta N_B}{\Delta t}$
163	B
164	$\frac{r}{2c}\left(\frac{\Delta B}{\Delta t}\right)$
165	EL_3
166	$\frac{NI}{L}$
167	cierto
168	Las modificaciones de Maxwell a la ley de Ampere
169	$\frac{2I}{cr}$
170	v
171	$\frac{iBAL}{c}$
172	gauss
173	$\frac{4\pi I}{c}$
174	$\frac{1}{c}\left(\frac{\Delta N_B}{\Delta t}\right)$
175	a
176	no existirá
177	cero
8	izquierda
179	6
180	$B_L \cdot L = \frac{4\pi I}{c} + \frac{1}{c}\left(\frac{\Delta N_E}{\Delta t}\right)$
181	nagnético
182	$\frac{1}{6} \times 10^{-5}$
183	$E = \frac{Bv}{c}$
184	cierto
185	.02
186	cero

Número Guía	Respuesta
187	$\frac{4\pi I}{c}\left(\frac{N}{l}\right)$
188	dentro
189	$2\pi rE$
190	18
191	generador
192	$\frac{r}{2c}\left(\frac{\Delta E}{\Delta t}\right)$
193	E
194	$EB = \frac{LBv^2}{c^2}$
195	statvolts
196	cierto
197	BL_3
198	$\Sigma E_i \cdot l_i = \frac{1}{c}\left(\frac{\Delta N_B}{\Delta t}\right)$
199	cierto
200	$\Sigma B_i \cdot l_i = \frac{4\pi I}{c}$
201	existirá
202	horizontal
203	statampere
204	la regla de la mano derecha I
205	1
206	cierto
207	$\Sigma B_i \cdot l_i = \frac{4\pi I}{c} + \frac{1}{c}\left(\frac{\Delta N_E}{\Delta t}\right)$
208	6
209	$BL_3 x$
210	la ley de Ampere
211	cierto
212	$\Sigma E_i \cdot l_i$
213	diferente
214	la ley de Ampere (modificada por Maxwell)
215	$\frac{4\pi I}{c}$

Capítulo 9

APLICACIONES ELECTRICAS

9-1 (1 volt) X (1 coulomb) = [10^7 joule ; 1 joule ; 10^5 erg ; 1 watt]. **96**

(1 statvolt) X (1 statcoul) = [1 watt ; 1 joule ; 1 erg ; 1 ohm]. **73**

1 statamp = $\left[\frac{1}{3} \times 10^{10} \; ; \; \frac{10}{3 \times 10^{10}} \; ; \; 3 \times 10^9\right]$ amperes. **107**

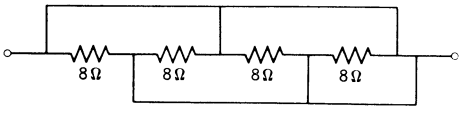
1 statvolt = $\left[3 \times 10^9 \; ; \; 3 \times 10^{10} \; ; \; 3 \times 10^2 \; ; \; \frac{1}{300}\right]$ volts. **4**

Pase al 9-4.

9-2 *(del 9-4)* La resistencia de una barra de metal es [directamente ; inversamente] proporcional a su longitud. Si se duplica la sección transversal, la resistencia [se reducirá a la mitad ; se duplicará ; ninguno de los dos]. **29** **38**

Pase al 9-6.

9-3 *(del 9-11)* R_t = [2 ; 8 ; ninguna de las dos] ohms. **62**



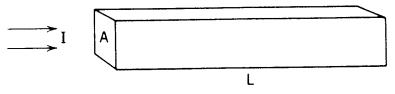
Si es incorrecta, pase al 9-13 ; si es correcta, pase al 9-12.

9-4 *(del 9-1)* Si dentro de un metal existe un campo eléctrico E, debe fluir una corriente [en la misma dirección ; en dirección contraria] a las líneas de fuerza. **5**

La conductividad eléctrica de un metal se define como la relación entre la corriente por unidad de área y el campo eléctrico. La conductividad es $\sigma = \frac{i}{E}$, en donde i es la corriente por unidad de área, el valor de σ dependerá de la [*cierto* ; *falso*]. **95**

El valor de σ dependerá de la temperatura [*cierto* ; *falso*]. **106**

Para un metal dado, el valor de σ dependerá de la forma particular del mismo [*cierto* ; *falso*]. **11**



Se desea encontrar la resistencia de una barra rectangular de longitud L y área transversal A, en términos de su conductividad. Si se aplica un voltaje V en los extremos de la barra, el campo eléctrico dentro de la barra metálica será

$\left[0 \; ; \; V \; ; \; \frac{V}{L} \; ; \; VL \right]$. La resistencia R, se define como $R = \left[\frac{V}{I} \; ; \; \frac{I}{V} \; ; \; IV \right]$. **14 75**

Entonces, $R = \frac{EL}{I}$ [*cierto* ; *falso*]. Como i es la corriente por unidad **88**

de área, la corriente total $I = \left[i \; ; \; iA \; ; \; \frac{i}{A} \right]$. Substituyendo este valor **47**

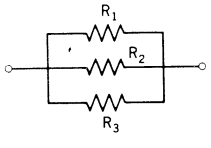
en la ecuación para R, se obtiene $R =$_____. O bien $R = \left[\frac{\sigma L}{A} \; ; \; \frac{L}{\sigma A} \; ; \right.$ **64**

$\left. \sigma AL \; ; \; \frac{AL}{\sigma} \; ; \text{ ninguno de éstos} \right]$. **80**

Pase al 9-2.

9-5 *(del 9-8)* La resistencia total es $R_t =$

$\left[R_1 + R_2 + R_3 \; ; \; \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} \; ; \text{ ninguna de las dos} \right]$ **17**



$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} =$

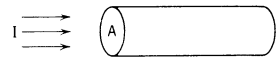
$\left[\frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_1 R_2 R_3} \; ; \; \frac{R_3 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_1}{R_1 R_2 R_3} \; ; \; \frac{1}{R_1 + R_2 + R_3} \; ; \text{ ninguno} \right.$ **56**

$\left. \text{de éstos} \right]$.

Pase al 9-9.

9-6 *(del 9-2)*

Considere un alambre metálico de área transversal A. Sea η el número de electrones de conducción por cm^3 del metal. Entonces la carga móvil por unidad de longitud a lo largo del alambre será $\rho =$ [ηA ; ηe ; $\eta A e$; $\frac{\eta e}{A}$; ninguno de éstos] . Si $\bar{v}_d$ es la velocidad de arrastre promedio de esta carga, el número de electrones de conducción que se mueven en un segundo es_____. La corriente I será _____. La densidad de corriente (corriente por unidad de área) será $i =$ [$\eta e A \bar{v}_d$; $\frac{\eta e v d}{A}$; $\eta e \bar{v}_d$; ninguna de éstas] .



86 34 102 85

9-7 *(del 9-6)*

La segunda ley de Newton establece que $m\frac{\Delta u}{\Delta t} = eE$. Si se aplica $\Delta t = \frac{L}{u}$, se obtiene $\Delta u = \frac{eLE}{mu}$, en donde L es el camino libre medio entre colisiones para los electrones de conducción.

Sea η el número de electrones de conducción por cm^3 en el metal. La velocidad de arrastre promedio será $\bar{v}_d =$ [u ; $\frac{u}{2}$; Δu ; $\frac{\Delta u}{2}$]. Por lo tanto, i (corriente/cm^2) será $i =$ [$\eta\left(\frac{\Delta u}{2}\right)$; $\eta L\left(\frac{\Delta u}{2}\right)$; $\eta e\left(\frac{\Delta u}{2}\right)$; ninguna de éstas] , resultando finalmente que $i =$ $\frac{\eta e^2 LE}{2mu}$ [*cierto* ; *falso*] . La conductividad σ que tiene el valor [$\frac{E}{i}$; $\frac{i}{E}$; iE] , será entonces [$\frac{\eta eL}{2mu}$; $\frac{\eta e^2 L}{2mu}$; $\frac{\eta eLE}{2mu}$; ninguna de éstas] . Con base en la teoría de conducción de electrones en un metal, se ha derivado una fórmula para la conductividad de cualquier metal, en términos de la velocidad, densidad y camino libre medio de los electrones de conducción del metal. La resistencia del metal es [directamente ; inversamente] proporcional a esta conductividad.

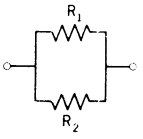
90 13 27 70 45 21

Pase al 9-8.

9-8 *(del 9-7)*

La resistencia total es:

$R_t = \Big[R_1 + R_2 \;;\; \frac{1}{2}(R_1 + R_2) \;;\; \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \;;\; \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \;;$ ninguna de éstas $\Big]$.

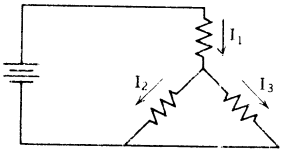


99

Pase al 9-5.

9-9 *(del 9-5)*

$I_2 =$ [$I_1 + I_3$; $I_1 - I_3$; $I_3 - I_1$] .

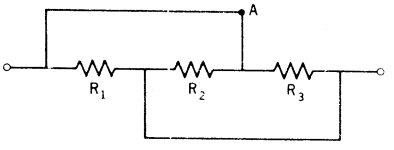


76

Pase al 9-10.

9-10 *(del 9-9)*

Las tres resistencias están conectadas en [serie ; paralelo ; ninguno de los dos] . Si el alambre se rompiera en el punto *A*, la resistencia total sería____.



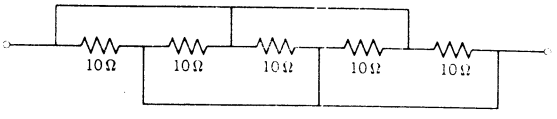
3

40

Pase al 9-11.

9-11 *(del 9-10)*

$R_t =$ [2 ; 10 ; 50 ; ninguna de éstas] ohms.

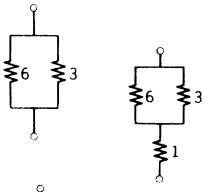


35

Pase al 9-3.

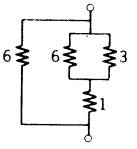
9-12 *(del 9-3 ó 9-13)*

La resistencia de este circuito en paralelo es_____ ohms.



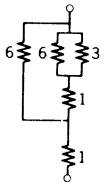
32

La resistencia total de este circuito es de_____ohms.



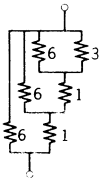
8

La resistencia total de este circuito es de_____ohms.



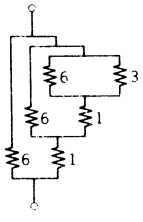
12

La resistencia total de este circuito es de_____ohms.



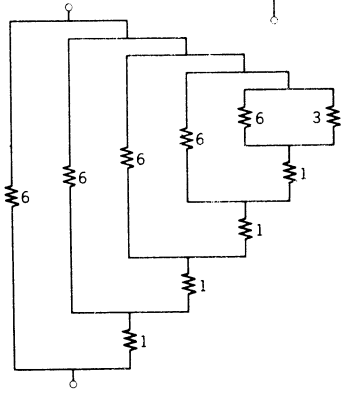
84

La resistencia total de este circuito es de_____ohms.



97

La resistencia total de este circuito es de_____ohms.



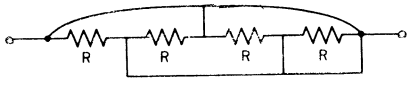
78

La resistencia total de este circuito es de_____ohms.

10

Pase al 9-14.

9-13 *(del 9-3)*



La resistencia total es cero; es decir que se trata de un corto circuito [*cierto* ; *falso*].

33

Pase al 9-12.

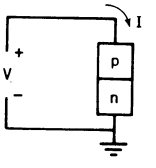
9-14 *(del 9-12)* La potencia expresada en watts, disipada por una resistencia R, es IV, en donde I se expresa en [coulombs ; amperes ; statcoulombs] y V en [volts ; statvolts]. **91** **43**

La potencia también es $\left[IR^2 \; ; \; \frac{R^2}{I} \; ; \; IR \; ; \; I^2R \; ; \text{ ninguno de éstos} \right]$. **7**

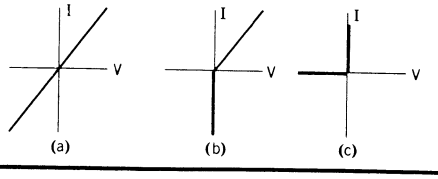
También tiene el valor $\left[V^2R \; ; \; VR^2 \; ; \; \frac{V^2}{R} \; ; \; \frac{V}{R^2} \; ; \text{ ninguno de éstos} \right]$. **24**

Si es incorrecta, pase al 9-20 ; si es correcta, pase al 9-15.

9-15 *(del 9-14 ó 9-20)* Los tres cuadros siguientes tratan sobre diodos. Se supondrá que son diodos ideales; es decir que cuando el diodo conduce, no ofrece resistencia alguna, y cuando se invierte el potencial, su resistencia es infinita.

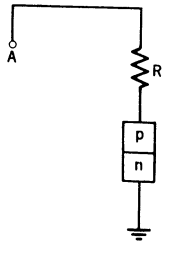


Una gráfica de la corriente I, como función del voltaje V a través del diodo, sería de la forma de la curva _____. Una gráfica de la corriente contra el voltaje, para una resistencia ordinaria, sería de la forma de la curva _____. **16** **57**



Pase al 9-16.

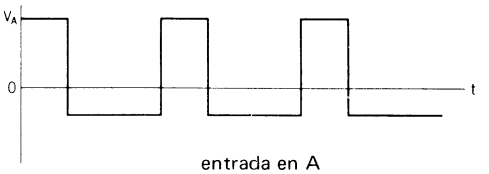
9-16 *(del 9-15)* El diodo conducirá cuando el voltaje en A sea + 5 volts, [*cierto* ; *falso*]. Si la corriente a través del diodo es I, entonces IR =_____ volts, en donde R es la resistencia de las resistencias conectadas en serie. La caída de potencial a través del diodo es_____volts. **71** **23** **50**



Cuando el voltaje en A es de -5 volts, el diodo conducirá [*cierto* ; *falso*]. La caída de potencial a través de la resistencia será IR = [0 ; 5] volts. La caída de potencial a través del diodo será de [0 ; 5] volts. **101** **61** **82**

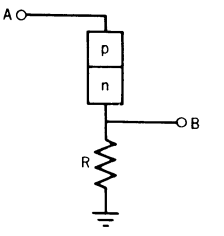
Pase al 9-17.

9-17
(del 9-16)

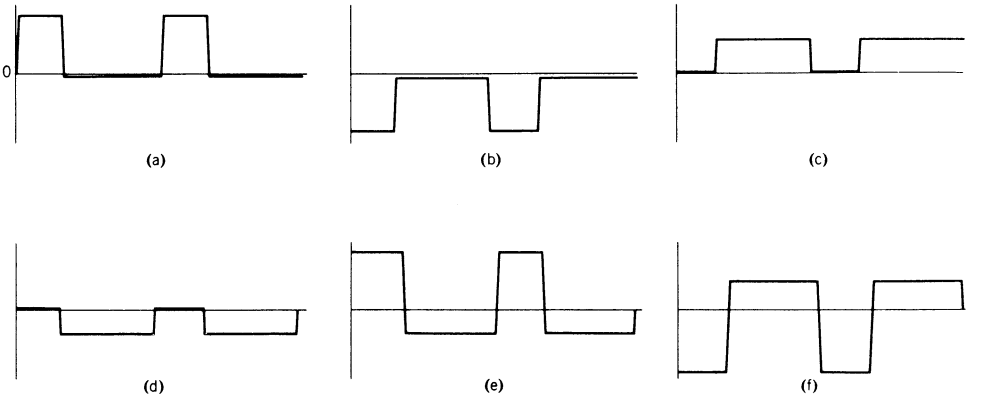


entrada en A

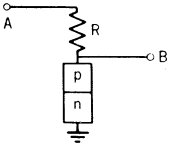
Considere el circuito diodo que aparece a la derecha. Si la señal de entrada en la terminal *A* es como la que se muestra arriba, la señal de salida en la terminal *B* será como la curva_____de las que se representan a continuación.



26

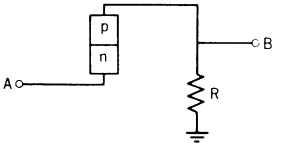


Considere el circuito de la derecha. Si la señal de entrada es la misma que antes, la de salida en *B* será como la curva_____.



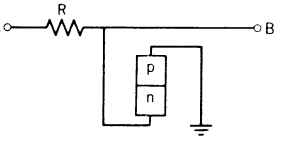
52

Si la señal sigue siendo la misma para este tercer circuito, la salida será como la curva_____.



42

Y en este cuarto circuito la salida será como la curva_____.

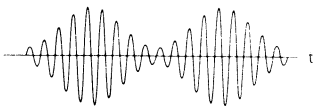


92

Si es incorrecta, pase al 9-21 ; si es correcta, pase al 9-18.

9-18 *(del 9-17 ó 9-21)*

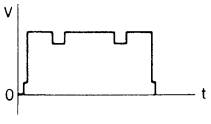
Un voltaje de *RF* está fuertemente modulado por una onda sinusoidal de audiofrecuencia. La curva representa:

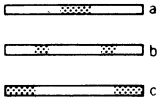


$\left[\frac{1}{2}\ ;\ 1\ ;\ 1\frac{1}{2}\ ;\ 2\ ;\ 4\right]$ períodos de la audiofrecuencia. **20**

Si es incorrecta, pase al 9-22 ; si es correcta, pase al 9-23.

9-19 *(del 9-23)*





La señal de video mostrada en la figura anterior para una sola línea de rastreo dará como resultado una línea de rastreo como [*a* ; *b* ; *c*]. **39**

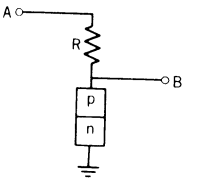
Pase al 9-26.

9-20 *(del 9-14)*

La potencia $= I(V)$; en donde $V = \left[IR\ ;\ \frac{I}{R}\ ;\ \frac{R}{I}\right]$ y además la potencia $= V(I)$, en donde $I = \left[\frac{V}{R}\ ;\ VR\ ;\ \frac{R}{V}\right]$. **104** **31**

Pase al 9-15.

9-21 *(del 9-17)* Analicemos el segundo circuito con más detalle. Suponga que se aplica en A un voltaje positivo V_1. El diodo experimentará un potencial [directo ; inverso]. El diodo [conducirá ; no conducirá] y tendrá, esencialmente, una resistencia [cero ; infinita]. La caída de potencial a través del diodo será [0 ; V_1] y la caída de potencial a través de R será [0 ; V_1].



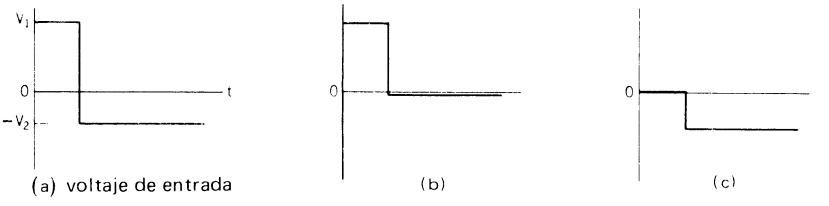
68
53
58
94
25

Ahora se aplica en A un voltaje negativo ($-V_2$); el diodo tendrá esencialmente una resistencia [cero ; infinita]. La caída de potencial a través de R será [0 ; V_2] y la caída de potencial a través del diodo será [0 ; $-V_2$].

6
41
93

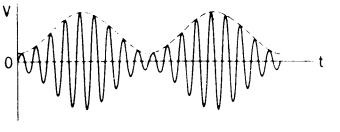
Suponga que se aplica en A un voltaje positivo A_1, seguido de uno negativo $-V_2$. El voltaje de salida en B será la forma de la figura [a ; b ; c ; ninguna de éstas].

19



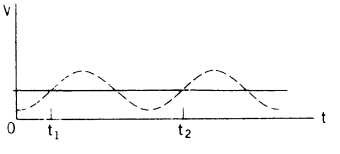
Pase al 9-18.

9-22 *(del 9-18)*



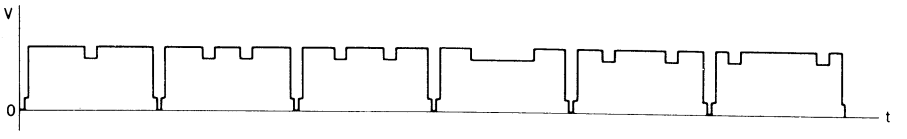
Si la señal anterior se rectifica mediante un diodo detector, el voltaje de salida será como el que se observa abajo. El intervalo ($t_2 - t_1$) es $\left[\frac{1}{2} ; 1 ; 2\right]$ ondas sinusoidales completas.

36



Pase al 9-23.

9-23 *(del 9-18 ó 9-22)*



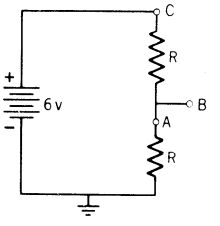
La señal de video que se ve arriba representa a la letra _____. **77**

Si la brillantez aumenta con el voltaje *V*, esta letra será [gris ; negra ; blanca] sobre un fondo [blanco ; negro]. Esta letra consta de _____ líneas de rastreo. **81** **60** **30**

Si es incorrecta, pase al 9-19 ; si es correcta, pase al 9-24.

9-24 *(del 9-23 ó 9-26)*

Si el alambre se rompe en el punto *A*, el potencial en *B*, con respecto a tierra, será _____ volts. Si se hace un cortocircuito a tierra en el punto *A*, el potencial en *B* será _____ volts. **105** **48**



Si se hace un cortocircuito de *A* a *C*, el potencial en *B* será _____ volts. **22**

Pase al 9-25.

9-25 *(del 9-24)*

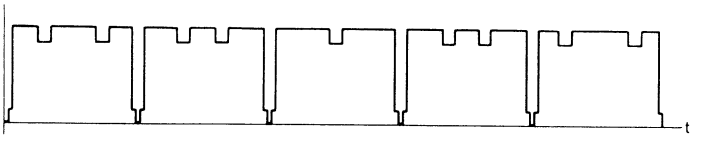
Considere un haz de un ciclotrón que incide sobre un blanco. Suponga que cada protón tiene una energía cinética de 500 Mev y que toda esta energía se le comunica al blanco. La pérdida de energía de cada protón sería de _____ ev, o de _____ ergs. **72** **15**

Suponga que la corriente promedio es de 1 microampere (10^{-6} amperes). El número de protones por segundo que inciden sobre el blanco es _____. **46**

La potencia disipada por el blanco es _____ watts. **67**

Pase al 9-27.

9-26 *(del 9-19)*



Esta señal de video representa a la letra _____. **66**

Pase al 9-24.

9-27 *(del 9-25)* En los dos cuadros siguientes, se mostrará que el tiempo necesario para que un protón complete una circunferencia en un ciclotrón, es independiente de la velocidad del protón o del radio de la trayectoria. Empezaremos con la ecuación $F = Ma$, en donde $a = \frac{v^2}{R}$ es la aceleración. La fuerza neta F es la [fuerza magnética ; fem ; fuerza electrostática] que actúa sobre la partícula cargada. **89**

$F =$ [$\frac{evB}{c}$; $\frac{e^2}{R^2}$; ninguna de las dos] . **74**

Igualando las dos expresiones para F y dividiendo ambos miembros por v, se obtiene: $M\frac{v}{R} = \frac{eB}{c}$ [*cierto* ; *falso*] . **55**

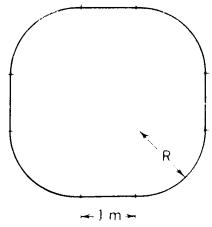
La cantidad $\frac{v}{R}$ es [$\frac{2\pi}{T}$; $\frac{1}{T}$; $2\pi T$; $\frac{T}{2\pi}$; ninguna de éstas], que es independiente de v. **9**

Pase al 9-28.

9-28 *(del 9-27)* Si se substituye $\frac{2\pi}{T}$ por $\frac{v}{R}$, en el cuadro anterior, se obtiene $M\frac{2\pi}{T} = \frac{eB}{c}$ y $T = \frac{2\pi Mc}{eB}$ [*cierto* ; *falso*] . Siempre que M sea independiente de v, resultará que T será independiente de v. De acuerdo con la teoría de la relatividad, $M = \frac{M_0}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}}$ Por lo tanto, si v se aproxima a c, el período T [aumenta ; disminuye] y la frecuencia del oscilador del ciclotrón debe [aumentarse ; disminuirse] a medida que la energía de la partícula aumenta. **44** **28** **51**

Pase al 9-29.

9-29 *(del 9-28)* En este problema, se darán las dimensiones de un sincrotrón para electrones. A partir de estas dimensiones se podrá calcular la energía de este acelerador de alta energía. El sincrotrón contiene 4 secciones rectas de 1 m de longitud cada una. La longitud total en torno del sincrotrón es de 12 m. El valor máximo del campo magnético es de 10 000 gauss. La longitud total de las secciones curvas es entonces



_____metros. El radio de curvatura de las secciones curvas es de_____cm. **83** **100**

El máximo del campo magnético en las secciones rectas debe ser de_____ **108** gauss. Los electrones de baja energía deben inyectarse cuando el campo magnético es [máximo ; mínimo]. Cuando los electrones se encuentran **49** en la sección curva, la fuerza sobre ellos es $\frac{mv^2}{R}$ [*cierto* ; *falso*]. Cuando **54** adquieren su máxima energía, la velocidad v –para cualquier propósito práctico– es igual a c. En esta aproximación, la fuerza sobre los electrones es $\left[E \; ; \; eB \; ; \; B \; ; \; \frac{eB}{c} \right]$ y la fuerza centrípeta es $\frac{mc^2}{R}$. De aquí se obtiene el **69** resultado $mc^2 = eBR$ [*cierto* ; *falso*]. En el capítulo 11, se aprenderá **59** que mc^2 es la energía total de una partícula. Por lo tanto, $E_t = eBR$.

Pase al 9-30.

9-30 *(del 9-29)* Cuando se aplican los datos numéricos se obtiene:

$E_t = 4.8 \times 10^{-10} \times 10{,}000 \times \frac{400}{\pi}$ [watts ; joules ; ergs ; ev ; ninguna de éstas]. **1**

$E_t =$_____ergs. **87**

$E_t =$_____mev. **18**

Si la energía en reposo de un electrón es 0.5 mev, la energía cinética en este problema es

$E_c =$ [37.7 ; 381.5 ; ninguna de las dos] mev. **98**

Pase al 9-31.

9-31 Cuestionario de repaso:

(del 9-30)

1. Se sabe que la resistencia de un metal aumenta al aumentar la temperatura. ¿Aumenta o disminuye con la temperatura el camino libre medio de los electrones de conducción? _____. **2**

2. ¿Cuántos watts se disipan en una lámpara eléctrica de 60 ohms conectada a una corriente de 120 volts?

   _____watts. **79**

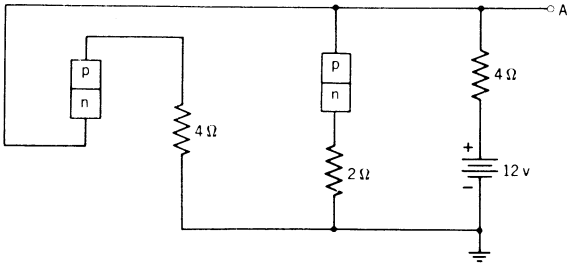
3. Se conectan dos resistencias a una batería de 6 volts.

   ¿Cuándo se disipará más potencia? ¿Cuando estén conectadas en serie o en paralelo? _____**37**

4. Un electrón de 10 mev describe una trayectoria con un radio de curvatura de 10 cm cuando se encuentra en cierto campo magnético. ¿Cuál será el radio de curvatura para un electrón con dos veces más impulso, si se encuentra en el mismo campo?_____cm. ¿Tendrá este segundo electrón una velocidad doble de la del primero?_____. **63** **65**

5. ¿Cuál es el voltaje en A?

   V_A =_____volts. **103**



Hoja de respuestas

Número Guía	Respuesta
1	ergs
2	disminuye
3	paralelo
4	3×10^2
5	en la misma dirección
6	infinita
7	I^2R
8	3
9	$\frac{2\pi}{T}$
10	2
11	falso
12	2
13	$\eta e \frac{\Delta u}{2}$
14	$\frac{V}{L}$
15	8×10^{-4}
16	c
17	$\frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}}$
18	382
19	c
20	2
21	inversamente
22	6
23	5
24	$\frac{V^2}{R}$
25	V_1
26	a
27	cierto
28	aumenta
29	directamente
30	6
31	$\frac{V}{R}$

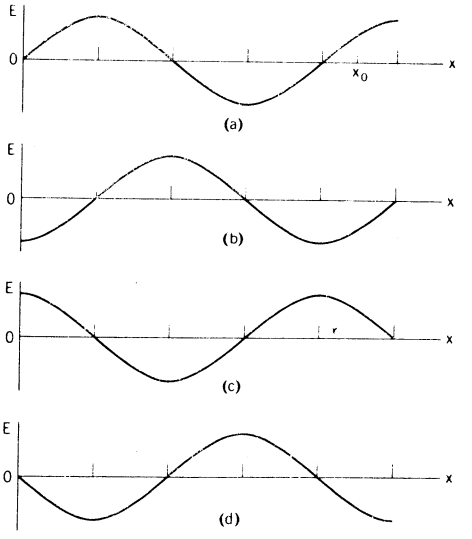
Número Guía	Respuesta
32	2
33	cierto
34	$\eta A v_d$
35	2
36	1
37	en paralelo
38	se reducirá a la mitad
39	b
40	R_1
41	cero
42	d
43	volts
44	cierto
45	$\frac{\eta e^2 L}{2mu}$
46	$\frac{10^{-6} \times 3 \times 10^9}{}$
47	$iA \; 4.8 \times 10^{-10}$
48	cero
49	mínimo
50	cero
51	disminuirse
52	d
53	conducirá
54	cierto
55	cierto
56	$\frac{R_3 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_1}{R_1 R_2 R_3}$
57	a
58	cero
59	cierto
60	blanco
61	cero
62	ninguna
63	20 cm
64	$\frac{EL}{iA}$
65	no

Número Guía	Respuesta
66	X
67	500
68	directo
69	eB
70	$\frac{i}{E}$
71	cierto
72	5×10^{8}
73	1 erg
74	$\frac{evB}{c}$
75	$\frac{V}{I}$
76	$I_1 - I_3$
77	A
78	2
79	240 watts
80	$\frac{L}{\sigma A}$
81	gris
82	5
83	8
84	3
85	$\eta e \bar{v}_d$
86	ηAe
87	6.1×10^{-4}
88	cierto
89	fuerza magnética
90	$\frac{\Delta u}{2}$
91	amperes
92	a
93	$-V_2$
94	cero
95	falso
96	1 joule
97	2
98	381.5
99	$\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$
100	$\frac{400}{\pi}$
101	falso
102	$\eta A \bar{v}_d e$
103	4 volts
104	IR
105	6
106	cierto
107	$\frac{10}{3 \times 10^{10}}$
108	cero

Capítulo 10

MOVIMIENTO ONDULATORIO Y LUZ

10-1 Una onda electromagnética viaja hacia la derecha en la dirección x. En el instante $t = 0$, la gráfica de E contra x se ve como en la figura (a). Al instante $t = \frac{1}{4}T$, la gráfica de E contra x sería como la muestra la figura _____. En el instante $t = \frac{1}{2}T$ la gráfica sería como la curva _____. En el tiempo $t = \frac{1}{4}T$ la gráfica sería como la curva _____.



100

90

112

Pase al 10-2.

10-2 *(del 10-1)* Durante cada período T y para una posición dada $x = x_0$, el valor de E se anula [una ; dos ; cuatro] veces. El número de frentes de onda o crestas de máxima amplitud que pasan por x_0 en un segundo es [T ; $\frac{1}{T}$; $2T$; $\frac{2}{T}$; ninguno de éstos] .

81

48

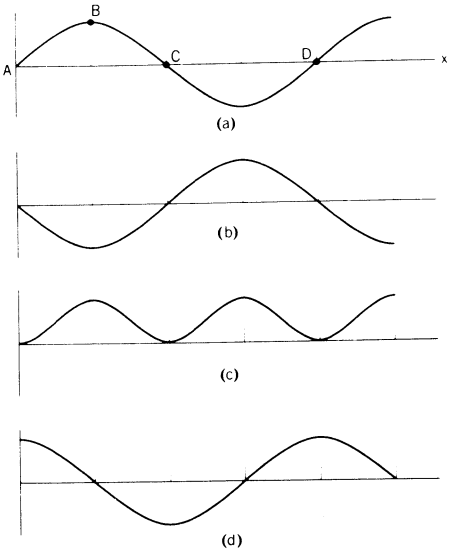
La intensidad de la onda es proporcional [a la raíz cuadrada ; al cuadrado ; al cubo] de la amplitud. El número de frentes de onda de máxima intensidad que pasan por x_0 en un segundo es [T ; $2T$; $\frac{1}{T}$; $\frac{2}{T}$; ninguno de éstos] .

66

13

Pase al 10-10.

10-3 *(del 10-10)* Si la curva *a* es una gráfica de la amplitud de una onda contra x, la curva _____ será una gráfica de la intensidad contra x. La distancia de A a _____ es una longitud de onda.



88
73

Pase al 10-4.

10-4 *(del 10-3)* El período de oscilación de una onda electromagnética es $T =$ [$\frac{\lambda}{c}$; $\frac{c}{\lambda}$; λc ; $\frac{1}{\lambda c}$; ninguno de éstos] . 91

Si es incorrecta, pase al 10-11 ; si es correcta, pase al 10-5.

10-5 *(del 10-4 ó 10-11)* La frecuencia de la luz visible varía entre 4.3×10^{14} cps (ciclos por segundo) y 7×10^{14} cps. La radiación electromagnética de 7×10^{14} cps, aparece como luz [roja ; azul ; violeta ; ninguna de éstas] . El número de longitudes de onda de la luz roja, en un cm es _____ . 3 39

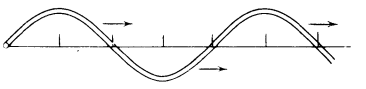
El número de longitudes de onda en un cm es [f ; $\frac{1}{f}$; $\frac{c}{f}$; $\frac{f}{c}$; fc ; $\frac{1}{fc}$; ninguno de éstos] . 20

Pase al 10-6.

10-6 *(del 10-5)* Un extremo de una cuerda está vibrando con frecuencia *f*. Conforme aumenta la tensión en la cuerda, la longitud de onda en la cuerda [aumenta ; disminuye] . 52

Si es incorrecta, pase al 10-14 ; si es correcta, pase al 10-7.

10-7 *(del 10-6 ó 10-14)* Considere una onda sinusoidal continua que se mueve a lo largo de una cuerda. Cada uno de los puntos de la cuerda se está moviendo hacia arriba y hacia abajo en **MAS**. Movimiento armónico simple [*cierto* ; *falso*]. **67**



Cada uno de los puntos de la cuerda se mueve hacia arriba y hacia abajo, con el mismo desplazamiento máximo [*cierto* ; *falso*]. En cada período de oscilación, toda la cuerda tendrá movimiento nulo [una vez ; dos veces ; cuatro veces ; nunca]. **110** **33**

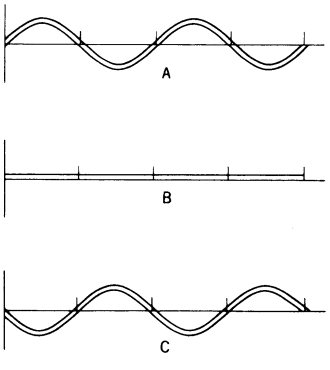
Pase al 10-8.

10-8 *(del 10-7)* Considere una onda estacionaria en una cuerda, con cuatro ondulaciones ($N = 4$). Cada uno de los puntos de la cuerda se mueve hacia arriba y hacia abajo en **MAS** [*cierto* ; *falso*]. Cada uno de los puntos de la cuerda se mueve hacia arriba y hacia abajo, con la amplitud y mismo desplazamiento máximo [*cierto* ; *falso*]. La longitud de la cuerda es _____ longitudes de onda. **12** **97** **54**

Durante cada período de oscilación, la cuerda completa tendrá desplazamiento nulo, [una vez ; dos veces ; cuatro veces ; nunca]. **101**

Pase al 10-9.

10-9 *(del 10-8)* Considere tres posiciones sucesivas *A*, *B* y *C* de la cuerda del cuadro anterior. La diferencia en tiempo entre las posiciones *A* y *C* es $\left[\frac{1}{4} ; \frac{1}{2} ; 1 ; 2\right]$ veces el período de oscilación *T*. Sin incluir los extremos, el número total de nodos es _____. **84** **29**



Pase al 10-12.

10-10 *(del 10-2)* Si T es el período, el número de oscilaciones completas en t segundos será _____. El número de oscilaciones completas en un segundo será $f = \frac{1}{T}$ **28**

[*cierto* ; *falso*] . **69**

Pase al 10-3.

10-11 *(del 10-4)* La frecuencia f es $f =$ $\left[\frac{c}{\lambda} \; ; \; \frac{\lambda}{c} \; ; \; \lambda c \; ; \; \frac{1}{\lambda c} \; ; \text{ ninguno de éstos} \right]$. **42**

El período $T =$ $\left[\frac{1}{f} \; ; \; \frac{c}{f} \; ; \; fc \; ; \text{ ninguno de éstos} \right]$. **8**

Substituyendo el valor para f en el resultado anterior, se obtiene $T =$_____ . **16**

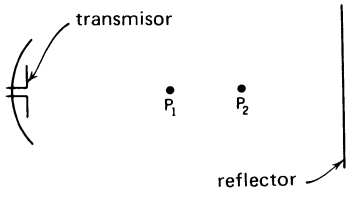
Pase al 10-5.

10-12 *(del 10-9)* Dos ondas sinusoidales se mueven en una cuerda, en dirección opuesta. Si las dos ondas sinusoidales están en fase en $t = 0$, las crestas correspondientes de ambas estarán separadas $\left[\frac{1}{8} \; ; \; \frac{1}{4} \; ; \; \frac{1}{2} \; ; \; 1 \right]$ longitudes de onda en $t = \frac{1}{4} T$, donde T es el período. **17**

Al tiempo $t = \frac{1}{2} T$, los desplazamientos de la cuerda serán [máximos ; mínimos ; ninguno de los dos] . **92**

Si es incorrecta, pase al 10-30 ; si es correcta, pase al 10-15.

10-13 *(del 10-16)* Un oscilador de microondas emite ondas electromagnéticas planas hacia la derecha, y éstas son de intensidad hacia la izquierda. P_1 y P_2 son las posiciones de dos mínimos sucesivos. Si la distancia entre estos puntos es 4 cm, la longitud de onda es $\lambda =$_____ cm. La frecuencia del oscilador es $f =$_____ cps. **87** **56**



Pase al 10-17.

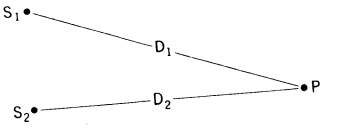
10-14 *(del 10-6)* Si se aumenta la tensión en la cuerda, la velocidad de la onda [aumenta ; disminuye]. **36**

La relación entre la longitud de onda y la velocidad de ésta es $\lambda =$ [$\frac{v}{f}$; fv ; $\frac{f}{v}$; ninguno de éstos]. **4**

Conforme aumenta la velocidad, la longitud de onda [aumenta ; disminuye]. **43**

Pase al 10-7.

10-15 *(del 10-12 ó 10-30)* Si S_1 y S_2 están vibrando en fase, la condición para un máximo de intensidad es $D_1 - D_2 =$ _____. La condición para un mínimo, es $D_1 - D_2 =$ _____.



41

89

En las respuestas anteriores, N podría ser cero [*cierto* ; *falso*]. **38**

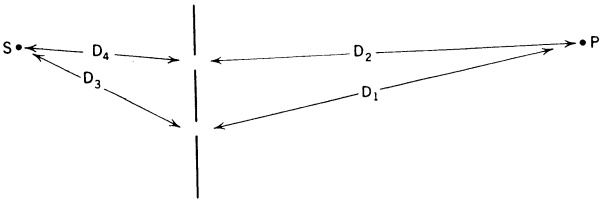
Pase al 10-16.

10-16 *(del 10-15)* Si S_1 y S_2 están vibrando fuera de fase (cuando S_1 se mueve hacia arriba, S_2 lo hace hacia abajo), un punto equidistante de S_1 y S_2 estará sobre una línea nodal [*cierto* ; *falso*]. **108**

Ahora la condición para un mínimo será $D_1 - D_2 =$ _____ y la condición para un máximo será $D_1 - D_2 =$ _____. **94** **45**

Pase al 10-13.

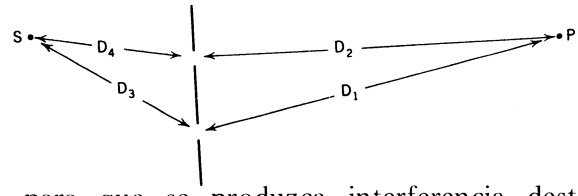
10-17 *(del 10-13)* La condición para que se produzca interferencia en el punto P cuando hay una rendija doble (P está sobre una línea nodal) es $D_1 - D_2 = \left(N + \frac{1}{2}\right)\lambda$ [*cierto* ; *falso*].



11

Pase al 10-18.

10-18 *(del 10-17)*

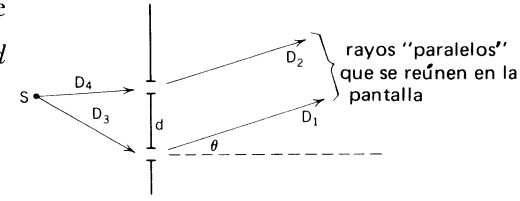


La condición para que se produzca interferencia destructiva en P es

$\left[D_1 - D_2 = N\lambda \ ; \ D_3 - D_4 = \left(N + \frac{1}{2}\right)\lambda \ ; \ D_1 + D_3 - D_2 - D_4 = \left(N + \frac{1}{2}\right)\lambda \ ; \ (D_1 - D_2) + (D_3 - D_4) = N\lambda \right]$. **104**

Si es incorrecta, pase al 10-23 ; si es correcta, pase al 10-19.

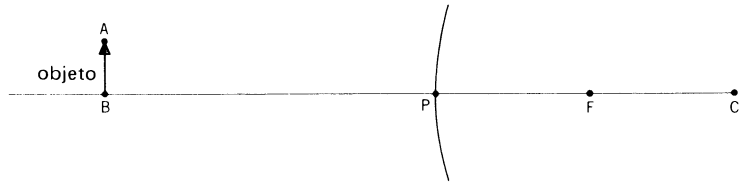
10-19 *(del 10-18 ó 10 23)* La condición para un máximo de intensidad en la pantalla es $\text{sen}\theta = N\lambda/d$ [*cierto* ; *falso*] .



75

Pase al 10-21.

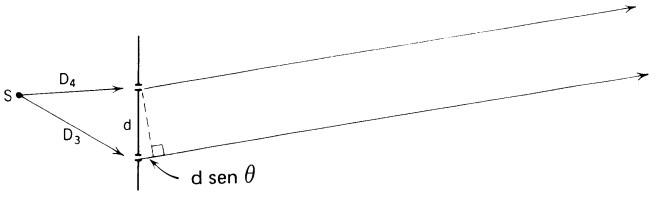
10-20 *(del 10-29)*



Los rayos que provienen del punto A llegarán al espejo convexo que los reflejará. Los rayos reflejados parecerán venir de un punto común en el espacio. Este punto común se define como la imagen de A. Esta imagen estará en [P ; F ; C ; ninguna de éstas] . Estará [a la izquierda de P ; **57**
entre P y F ; entre F y C ; a la derecha de C] El punto imagen estará **85**
[arriba ; abajo ; sobre] el eje óptico (línea BC). **170**

Pase al 10-31.

10-21 *(del 10-19)*



La diferencia de caminos de S a la pantalla es [$D_3 - D_4$; $d \operatorname{sen}\theta$; $D_3 - D_4 + d \operatorname{sen}\theta$; $D_3 - D_4 - d \operatorname{sen}\theta$; ninguno de éstos]. **1**

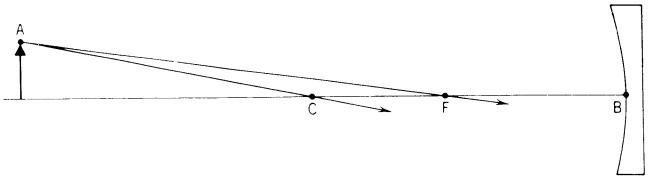
Para obtener un mínimo en la pantalla, esta diferencia de caminos deberá ser_____. **5**

La condición que se impone a θ para un máximo es

$$\operatorname{sen}\theta = \left[\frac{N\lambda}{d} ; \frac{(N\lambda + D_4 - D_3)}{d} ; (N\lambda - D_4 + D_3)d ; \frac{N\lambda}{d} + D_4 - D_3 \right]. \quad \textbf{50}$$

Pase al 10-24.

10-22 *(del 10-27)*



Considere un espejo cóncavo en el cual el punto C es el centro de curvatura y F es el foco.

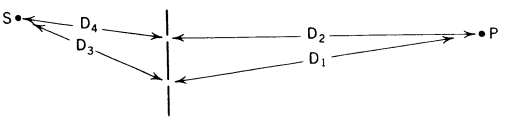
Cuando un rayo que parte de A y pasa por C llega al espejo, se refleja [pasando por F ; pasando por C ; paralelo a CB]. **24**

Cuando el rayo que parte de A pasa por F y llega al espejo, el rayo reflejado [pasa por F ; pasa por C ; es paralelo a CB]. **60**

La longitud de FB es_____de CB. **86**

Pase al 10-29.

10-23 *(del 10-18)* La diferencia de caminos es [$D_1 - D_2$; $D_3 - D_4$; $D_1 + D_3 - D_2 - D_4$; ninguno de éstos].

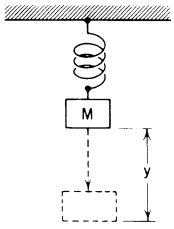


9

Si la diferencia de caminos es $\left(N + \frac{1}{2}\right)\lambda$, existirá un [mínimo ; máximo] de intensidad. **46**

Pase al 10-19.

10-24 *(del 10-21)* Si el desplazamiento de un resorte es y, la fuerza del resorte sobre M es $F = -ky$ donde k es la constante de fuerza del resorte [*cierto* ; *falso*]. El trabajo hecho en estirar el resorte desde $y = 0$ a $y = y_0$ es igual a la energía potencial del resorte cuando $y = y_0$ [*cierto* ; *falso*].



18 15

La energía potencial es $U = \overline{F} \cdot y_0$, donde $\overline{F}$ es la fuerza promedio que se ejerce en la distancia y_0 [*cierto* ; *falso*]. La magnitud de la fuerza promedio es $F =$ [ky_0 ; $\frac{1}{2}ky_0$; ninguna]. Entonces, $U =$ _____veces $ky_0{}^2$.

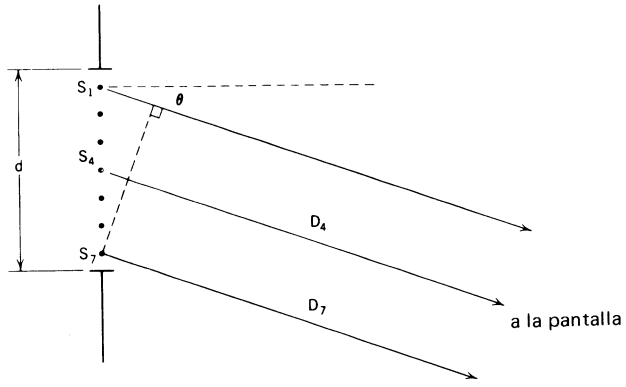
49 63 59

Si se estira al resorte una distancia y_0 y luego se suelta, la masa M oscilará en **MAS** y la energía mecánica total de M será _____. Haremos la consideración general siguiente en MAS, la energía (o intensidad) es proporcional [a la primera potencia ; al cuadrado ; al inverso del cuadrado] del desplazamiento. El movimiento ondulatorio también en **MAS** [*cierto* ; *falso*]. En el movimiento ondulatorio, la intensidad es proporcional al cuadrado del desplazamiento (o amplitud) [*cierto* ; *falso*].

25 21 10 6

Pase al 10-25.

10-25 *(del 10-24)*



Considere siete fuentes luminosas monocromáticas S_1, S_2, . . . , S_7 a igual distancia una de otra y todas en fase.

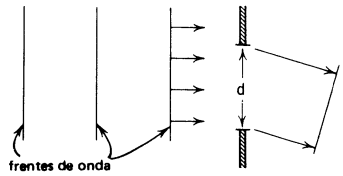
En la pantalla, la luz de S_4 anulará la de S_7 si $D_4 - D_7 =$_____, o si **14**
$\frac{d}{2}\,\text{sen}\theta =$_____. **82**

La luz de S_3 anulará la de S_6 si $\frac{d}{2}\,\text{sen}\theta =$_____. La luz de S_2 anulará la **106**
de_____ si $d\,\text{sen}\theta = \lambda$. **98**

A este mismo ángulo, toda la luz que llega a la pantalla se anula [*cierto* ; **55**
falso].

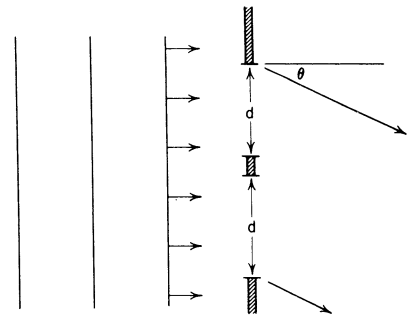
La condición para el mínimo de intensidad anterior es $\text{sen}\theta =$_____. **77**

Este fenómeno se llama difracción por una rendija única y ocurre siempre que las ondas luminosas inciden sobre una rendija, tal como se muestra en la figura siguiente.



Pase al 10-26.

10-26 *(del 10-25)* Si se colocan una al lado de otra, dos rendijas, como las del cuadro anterior, y el ángulo θ es tal que $\text{sen}\theta = \frac{\lambda}{d}$, existirá un mínimo de intensidad proveniente de cada una de las dos rendijas [*cierto* ; *falso*]. También existirá un mínimo de intensidad proveniente de una rendija de doble tamaño, que tiene un ancho de $2d$ [*cierto* ; *falso*]. **71** **2**

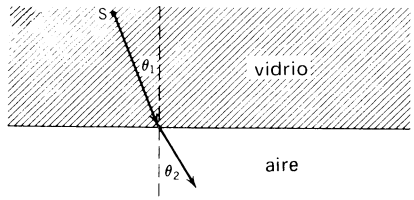


Pase al 10-27.

10-27 *(del 10-26)* Considere una rendija de ancho d. Divida d en N intervalos iguales. Entonces, cada intervalo puede considerarse como una sola rendija de ancho $d' =$ $\left[Nd \ ; \ \frac{d}{N} \ ; \ d \right]$. Cuando $\text{sen}\theta = \frac{\lambda}{d}$, cada intervalo producirá una anulación. **35**
En consecuencia, existirá un mínimo de intensidad proveniente de la rendija completa de ancho d. Por lo tanto, $\text{sen}\theta =$_____ es la condición general **80**
para el N-ésimo mínimo de un patrón de difracción por una sola rendija.

Pase al 10-22.

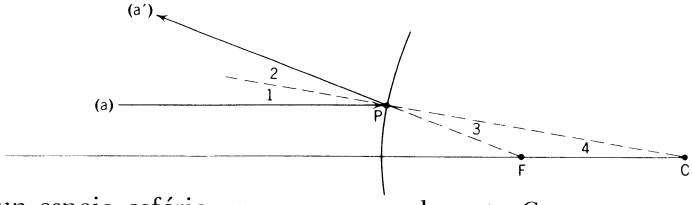
10-28 *(del 10-34)* Una fuente luminosa se encuentra dentro de un trozo de vidrio con índice de refracción $n = 1.5$. El ángulo de refracción en el aire es θ_2 y siempre será [mayor ; menor] que θ_1. La relación es $\left[\frac{\theta_1}{\theta_2} = \frac{1}{n} \ ; \ \frac{\theta_1}{\theta_2} = n \ ; \ \frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2} = \frac{1}{n} \ ; \ \frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2} = n \ ; \ \frac{\cos\theta_1}{\cos\theta_2} = n \right]$.



47 **93**

Pase al 10-32.

10-29 *(del 10-32)*



Considere un espejo esférico convexo, con el punto C como centro de curvatura. El rayo paralelo (a) se refleja como el rayo (a').
Los rayos paralelos que inciden sobre el espejo convexo parecen provenir de [F ; C ; P]. El foco es el punto [F ; C ; ninguno de los dos] El ángulo 1 es igual al ángulo 2 [*cierto* ; *falso*]. Esto se debe a la ley de la [reflexión ; refracción]. El ángulo 1 es igual al ángulo 4 [*cierto* ; *falso*]. El ángulo 1 es igual al ángulo 3 [*cierto* ; *falso*]. El triángulo PFC es isósceles [*cierto* ; *falso*]. El lado PF es igual al FC [*cierto* ; *falso*]. La distancia FC es casi la mitad del radio del círculo (para ángulos pequeños) [*cierto* ; *falso*].

111 **95** **51** **23** **19** **83** **62** **65** **7**

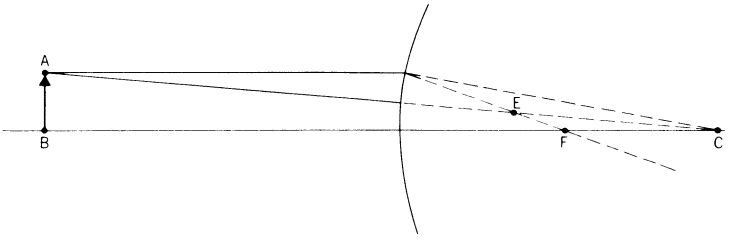
Pase al 10-20.

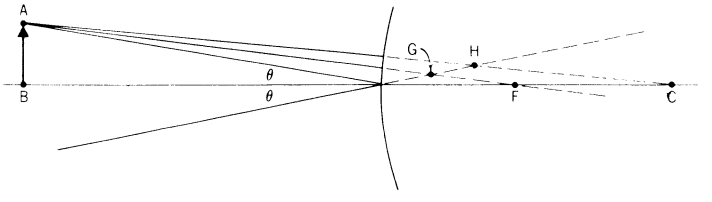
10-30 *(del 10-12)* En $\frac{1}{4}$ de período, una onda se moverá $\left[\frac{1}{8}\ ;\ \frac{1}{4}\ ;\ \frac{1}{2}\right]$ de su longitud hacia la derecha y la otra se moverá $\left[\frac{1}{8}\ ;\ \frac{1}{4}\ ;\ \frac{1}{2}\right]$ de su longitud hacia la izquierda. La separación relativa de las dos ondas será $\left[\frac{1}{8}\ ;\ \frac{1}{4}\ ;\ \frac{1}{2}\ ;\ 1\right]$ longitudes de onda.

37 **22** **96**

Pase al 10-15.

10-31 *(del 10-20)*



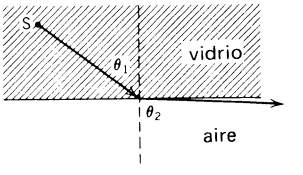


La imagen de A estará en el punto E [*cierto* ; *falso*]. **99**

La imagen de A estará en [G ; H ; ninguno de los dos]. **102**

Pase al 10-33.

10-32 *(del 10-28)* Suponga que θ_1 es tan grande que θ_2 casi es 90°. Entonces θ_1 tendría el valor dado por $\text{sen}\theta =$ $\left[n\ ;\ \frac{1}{n}\ ;\ \text{ninguno de los dos}\right]$.



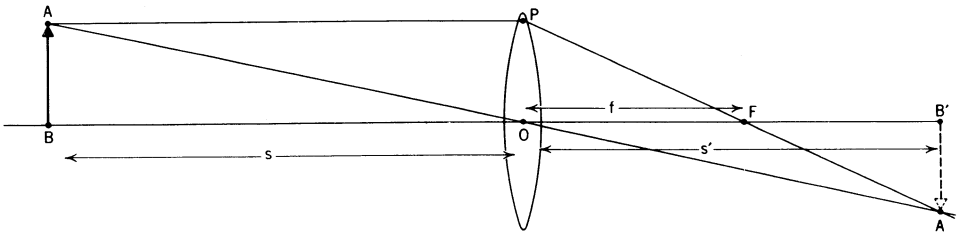
26

El valor de $\text{sen}\theta_1$ sería [1.5 ; 0.667 ; ninguno de los dos]. **61**

Esto significa que la luz proveniente de S que tenga ángulos de incidencia mayores que 42°, no saldrán del vidrio, sino que será totalmente reflejado dentro de éste. Este fenómeno se llama reflexión interna total.

Pase al 10-36.

10-33 *(del 10-3)*



Nos gustaría derivar una relación algebraica entre la distancia S del objeto, la distancia S de la imagen y la distancia focal f.

El triángulo ABO es semejante al triángulo [OPF ; $A'B'F$; $A'B'O$]. **44**

De estos dos triángulos semejantes se obtiene la relación:

$\frac{A'B'}{AB} = \left[\frac{s'}{f} ; \frac{s}{s'} ; \frac{s'-f}{s} ; \frac{f}{s} ; \frac{s}{f} \right]$. **70**

El triángulo POF es semejante al triángulo_____. **64**

De estos dos triángulos se obtiene la relación:

$\frac{A'B'}{OP} = \left[\frac{s'-f}{f} ; \frac{f}{s'-f} ; \frac{s'}{f} ; \frac{f}{s'} \right]$. **78**

La longitud AB =_____. **27**

Los miembros derechos de las ecuaciones (1) y (2) deberán ser iguales [*cierto* ; *falso*]. **79**

Iguale estos miembros derechos y resuelva para $\frac{1}{f}$:

$\frac{1}{f} = \left[\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} ; \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} ; \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} ; \frac{ss'}{s+s'} ; \text{ninguno de éstos} \right]$. **72**

Pase al 10-35.

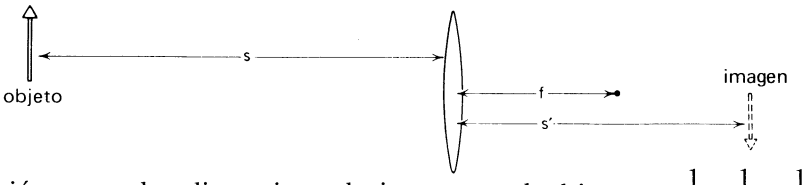
10-34 *(del 10-35)*

Si s es mayor que $2f$, s' será [menor ; mayor] que $2f$ y la imagen será [mayor ; menor] que el objeto. **30** **40**

Si s está entre f y $2f$, s' será [menor ; mayor] que $2f$ y la imagen será [mayor ; menor] que el objeto. **109** **34**

Pase al 10-28.

10-35 *(del 10-33)*



La relación entre las distancias a la imagen y al objeto es $\frac{1}{s}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{f}$ y se conoce por la fórmula de las lentes delgadas.

Existe una convención de signo para decidir si s, s' o f son positivas o negativas. Según esta convención, el problema deberá plantearse siempre de manera que la luz pase por la lente de izquierda a derecha. Entonces s' será positiva si [el objeto ; la imagen] está a la [izquierda ; derecha] de la lente. La cantidad f es negativa si la lente es [convergente ; divergente]. **74** **103** **32**

Si los rayos que pasan por la lente convergen en un objeto virtual (que puede ser la imagen producida por una lente colocada a la izquierda), s será [positiva ; negativa]. **68**

Pase al 10-34.

10-36 *(del 10-32)* Cuestionario de repaso:

1. ¿Cuál es la longitud de onda, en términos del período T y de la velocidad de onda v?

   $\lambda =$ _____ **114**

2. Si se reciben n crestas de una onda por minuto, ¿cuál es el período de la onda en segundos?

   $T =$ _____ **105**

3. ¿Cuántas longitudes de onda existen en una cuerda vibrante que tiene 3 nodos (sin contar los extremos)?

   $L =$ _____ **31**

4. Se coloca un objeto frente a un espejo cóncavo de 30 cm de radio y a 20 cm de distancia de éste.

   a) ¿Cuál es la distancia focal? $F =$ _____ **76**

   b) ¿La imagen estaría invertida? _____ **113**

   c) ¿Dónde estaría localizada la imagen? _____ **115**

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuesta
1	$D_3 - D_4 + d \operatorname{sen}\theta$
2	cierto
3	violeta
4	$\frac{v}{f}$
5	$\left(N + \frac{1}{2}\right)\lambda$
6	cierto
7	cierto
8	$\frac{1}{f}$
9	$D_1 + D_3 - D_2 - D_4$
10	cierto
11	falso
12	cierto
13	$\frac{2}{T}$
14	$\frac{1}{2}\lambda$
15	cierto
16	$\frac{\lambda}{c}$
17	$\frac{1}{2}$
18	cierto
19	cierto
20	$\frac{f}{c}$
21	al cuadrado
22	$\frac{1}{4}$
23	reflexión
24	pasando por C
25	$\frac{1}{2}ky_0^2$
26	$\frac{1}{n}$
27	PO
28	$\frac{t}{T}$
29	3
30	menor
31	2
32	divergente
33	nunca
34	mayor
35	$\frac{d}{N}$
36	aumenta
37	$\frac{1}{4}$
38	cierto
39	1.43×10^4
40	menor
41	$N\lambda$
42	$\frac{c}{\lambda}$
43	aumenta
44	$A'B'O'$
45	$\left(N + \frac{1}{2}\right)\lambda$
46	mínimo
47	mayor
48	$\frac{1}{T}$
49	cierto
50	$\frac{N\lambda + D_4 - D_3}{d}$
51	cierto
52	aumenta
53	ninguno de los dos
54	2
55	cierto
56	3.75×10^9
57	ninguna de éstas
59	$\frac{1}{2}$
60	es paralelo a CB
61	0.667
62	cierto
63	$\frac{1}{2}ky_0$
64	$A'B'F$
65	cierto
66	al cuadrado
67	cierto
68	negativa
69	cierto
70	$\frac{s'}{s}$
71	cierto
72	$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$
73	D
74	la imagen
75	falso
76	15 cm
77	$\frac{\lambda}{d}$
78	$\frac{s' - f}{f}$
79	cierto
80	$\frac{N\lambda}{d}$
81	dos
82	$\frac{1}{2}\lambda$
83	cierto
84	$\frac{1}{2}$
85	entre P y F
86	$\frac{1}{2}$

Número Guía	Respuesta
87	8
88	c
89	$\left(N+\frac{1}{2}\right)\lambda$
90	d
91	$\frac{\lambda}{c}$
92	máximos
93	$\frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2}=\frac{1}{n}$
94	$N\lambda$
95	F
96	$\frac{1}{2}$
97	falso
98	S_5
99	cierto
100	b

Número Guía	Respuesta
101	dos veces
102	H
103	derecha
104	$D_1 + D_3 - D_2 - D_4 = \left(N+\frac{1}{2}\right)\lambda$
105	$\frac{60}{n}$
106	$\frac{1}{2}\lambda$
107	arriba
108	cierto
109	mayor
110	cierto
111	F
112	c
113	sí
114	vT
115	a 60 cm delante del espejo

Capítulo 11

RELATIVIDAD

11-1 De acuerdo con la teoría del éter para la luz, si la fuente luminosa se encuentra en reposo con respecto al éter, la velocidad de la luz será $v = c$ e independiente de la velocidad del observador [*cierto* ; *falso*]. **88**

De acuerdo con esta misma teoría, si el observador se encuentra en reposo con respecto al éter, la velocidad de la luz será $v = c$, aun si la fuente se mueve con respecto al éter [*cierto* ; *falso*]. **45**

De acuerdo con la teoría del éter, las ecuaciones de Maxwell serán válidas sólo en un sistema de referencia; a saber, un sistema en reposo con respecto al éter [*cierto* ; *falso*]. **51**

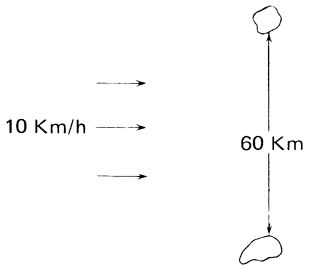
Pase al 11-2.

11-2 *(del 11-1)* Una lancha hace un viaje redondo entre dos poblaciones situadas en la ribera de un río y separadas 60 Km. Si la velocidad del bote es 20 Km/h y el agua no está fluyendo, el tiempo necesario para hacer el viaje redondo es de _____ **72** horas. Si el agua del río fluye a 10 Km/h, el tiempo necesario para viajar los 60 Km, en dirección de la corriente, es _____ horas, y el tiempo para viajar **79** los 60 Km en contra de la corriente es _____ horas. Cuando el agua está **18** fluyendo, se emplean— horas [más ; menos] en el viaje redondo, que **24** cuando no está fluyendo. **38**

Por la misma razón, cuando el éter fluye a lo largo del brazo de un interferómetro, el tiempo que tarda la luz en hacer un viaje redondo será [mayor ; menor] que cuando el éter está en reposo. **59**

Pase al 11-3.

11-3 *(del 11-2)* Suponga que un bote hace un viaje redondo entre dos pequeñas islas separadas 60 Km. Si la corriente es de 10 Km/h en una dirección perpendicular a la línea que une a las dos islas, y la velocidad del bote con respecto al agua es de 20 Km/h, como en el cuadro anterior, entonces la velocidad del bote respecto a las islas será de_____ Km/h. El



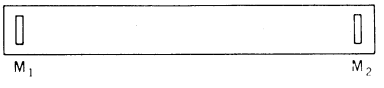
1

tiempo necesario para hacer un viaje redondo es aproximadamente de [3 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9] horas (escoja el número más cercano a la respuesta correcta). Este resultado es [mayor que ; menor que ; igual a] el tiempo de un viaje redondo cuando la misma corriente fluye en dirección paralela a la trayectoria del bote. Este mismo razonamiento se cumple en la teoría del éter. Cuando el brazo del interferómetro se hace girar 90°, de tal manera que resulta perpendicular, en lugar de paralelo, a la dirección en que fluye el éter, el tiempo que tarda la luz en hacer un viaje redondo será [mayor ; menor].

28 16 78

Pase al 11-4.

11-4 *(del 11-3)* Un pulso luminoso viaja de ida y vuelta entre los espejos M_1 y M_2. Si el brazo que contiene los espejos se mueve a través del éter, con velocidad v, el tiempo para el viaje redondo será [mayor ; menor] que cuando el brazo se encuentra en reposo respecto al éter.



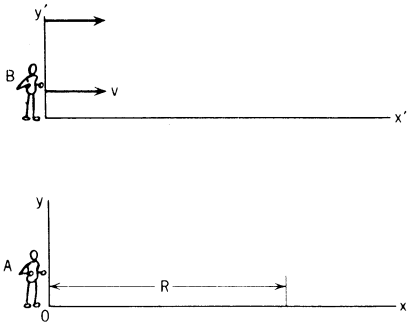
33

Si el éter se mueve en dirección paralela al brazo, con velocidad v, el tiempo para el viaje redondo será [mayor ; menor] que cuando el éter se mueve en dirección perpendicular al brazo y con la misma velocidad v.

61

Pase al 11-5.

11-5 *(del 11-4)* De ahora en adelante, descartaremos la teoría del éter para usar la teoría, aceptada actualmente, de la relatividad de Einstein. Considere al observador A como un observador estacionario. En $t = 0$, se emite un pulso luminoso del punto O. El tiempo que tarda la luz en viajar una distancia R es $t = \frac{R}{c}$ [*cierto* ; *falso*]. Si la fuente luminosa se estaba moviendo hacia la derecha cuando se emitió el pulso en O, el tiempo para viajar la distancia R será [menor que ; mayor que ; igual a] la respuesta anterior. La posición del pulso en el instante t es $x = ct$ [*cierto* ; *falso*]. Ahora considere a un observador B que se mueve hacia la derecha, con velocidad v. Usaremos coordenadas con apóstrofos x' y t', para indicar la distancia y el tiempo medidos por el observador B. En el instante $t = 0$, cuando se emitió el pulso, los dos observadores se encontraban en el punto O.



95 104 138

Según A, la posición de B en el instante t es $x =$ [vt ; $-vt$; $\frac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$; 0 ; ninguna de éstas].

46

Según B, la posición de A es $x' =$ [vt' ; $-vt'$; $\frac{-vt'}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$; 0 ; ninguna de éstas].

52

Según B, la posición del pulso luminoso será $x' =$ [$(c+v)t$; $(c-v)t$; ct' ; ninguna de éstas].

19

¿Cómo puede el mismo rayo luminoso cumplir con las dos ecuaciones $x = ct$ y $x' = ct'$? La respuesta es que la relación entre x y x' no es $x' = x - vt$, sino $\gamma(x - vt)$, en donde $\gamma = 1/\sqrt{1-(v/c)^2}$. De la misma manera, la relación, entre los tiempos no es la relación clásica $t = t'$, sino que es $t' = \gamma(t - vx/c^2)$. La transformación inversa es $x = \gamma(x' + vt')$ y $t = \gamma\left(t' + \frac{vx'}{c^2}\right)$ De hecho, estas transformaciones, llamadas transformaciones de Lorentz, fueron diseñadas para que la ecuación $x' = ct'$ fuera válida en cualquier caso en que lo fuera $x = ct$. A continuación se demostrará esto.

Pase al 11-6.

11-6 *(del 11-5)* Esto es la continuación del estudio del cuadro 11-5.

Lo que se sabe: Según el observador en reposo, la posición del pulso luminoso es $x = ct$.

Lo que se quiere demostrar: para el observador móvil B, la posición del mismo pulso luminoso será $x' = ct'$ si se supone que las relaciones entre x' y x y t y t' se obtienen a partir de las transformaciones de Lorentz.

La prueba empieza con

$x = ct$

El miembro izquierdo es [$x' - vt'$; $x' + vt'$; $\gamma(x' - vt')$; $\gamma(x' + vt')$]. **10**

El miembro derecho es [ct' ; $\gamma ct'$; $\gamma\left(ct' + \frac{vx'}{c}\right)$ ninguno de éstos] **49**

Igualando los miembros derecho e izquierdo anteriores, se obtiene:

$(x' + vt') = \left(ct' + \frac{vx'}{c}\right)$ [*cierto* ; *falso*]. **80**

$$x' - \left(\frac{v}{c}\right) x' = ct' - \left(\frac{v}{c}\right) ct'$$

$$x' \left(1 - \frac{v}{c}\right) = ct' \left(1 - \frac{v}{c}\right)$$

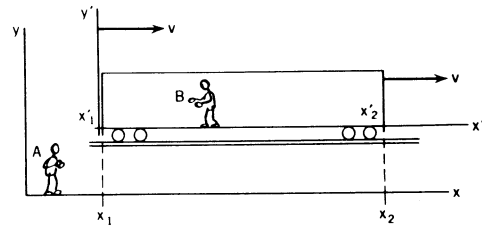
Por lo tanto, si se cumple $x = ct$, $x' = ct'$ debe cumplirse. El propósito de este estudio es el de dar una idea del origen de las ecuaciones de transformación de Lorentz. Resulta que las ecuaciones de transformación de Lorentz son las únicas transformaciones posibles que hacen que la velocidad de la luz sea igual en todos los sistemas de referencia: es decir que, si $x = ct$ nos da la posición un pulso luminoso entonces también nos la dará $x' = ct'$ en un sistema que se mueve con respecto al primer sistema.

Pase al 11-8.

11-7 *(del 11-13)* La masa inercial $M = E_t/c^2$ [*cierto* ; *falso*]. **23**

Pase al 11-24.

11-8 *(del 11-6)* Suponga que un observador A ve un vagón de longitud $L = x_2 - x_1$, que se mueve hacia la derecha con velocidad v. El sistema con apóstrofos (x' y t') se encuentra "unido" al vagón y lo utiliza el observador B, en todas sus mediciones. El observador B, que se encuentra en el interior del vagón determina que la longitud de éste es $L' = x_2' - x_1'$. El valor de x_1' y el de x_2' cambian con [t ; t' ; ninguno de los dos, son constantes] : La longitud del vagón cuando se encuentra en reposo es [L ; L']. La longitud que parece tener cuando se encuentra en movimiento es [L ; L']. Medida desde el sistema de referencia [A ; B], la posición del extremo del vagón x'_2 está relacionada con x_2 por la ecuación $x_2' =$ [$\gamma(x_2 - vt)$; $\gamma(x_2 + vt)$; $x_2 - vt$; $x_2 + vt$; x_2] *en donde* $\gamma = \dfrac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$. Si escribimos ahora la fórmula correspondiente para x_1' y restamos, tendremos: $x_2' - x_1' =$ _____. Por lo tanto, $L =$ [$\gamma L'$; $\dfrac{L'}{\gamma}$; L'] lo que significa que la longitud medida L del vagón cuando está [en movimiento ; en reposo] es [mayor ; menor] que L' por un factor $\sqrt{1-(v/c)^2}$.



40 11 76 53 89 92 145 29 66

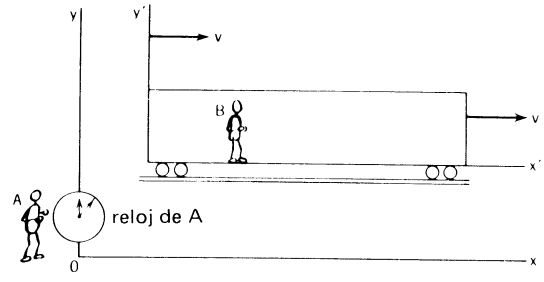
La longitud del carro en movimiento se [contrae ; expande].

81

El cálculo anterior muestra cómo la famosa contracción de Lorentz para las longitudes de cuerpos en movimiento, deriva directamente de la ecuación de transformación de Lorentz $x' = \gamma(x - vt)$.

Pase al 11-9.

11-9 *(del 11-8)* En este cuadro, se deriva la fórmula para la dilatación del tiempo. El observador A, en reposo, tiene un reloj colocado en $x=0$. El observador B pasa por esta posición moviéndose con una velocidad v hacia la derecha. Luego, el tiempo observado por [A ; B] es $t' = \gamma(t - vx/c^2)$. **2**



En esta ecuación, la posición del reloj se obtiene por $x =$ [vt ; $-vt$; $-\gamma vt$; 0 ; ninguna de éstas]. **94** Por consiguiente $t' =$ [γt ; $\frac{t}{\gamma}$; $\frac{vt}{c}$; ninguna de éstas]. **77** Si $t = 1$ min, el reloj de A marca [60 seg ; más de 60 seg ; menos de 60 seg] y t' es [mayor ; menor] que 60 seg. **35** Por lo tanto, los relojes que marquen t', funcionarán [más ; menos] aprisa que los relojes que marquen t. **13** El reloj del observador [A ; B] mide t'. **41** El reloj de la figura mide [t ; t']. **42** Visto desde el sistema con apóstrofo, el reloj de B funciona entonces [más ; menos] rápidamente por un factor γ que el reloj de la figura. **21** En esta misma figura, el observador [A ; B] ve al reloj que está en movimiento. **57** De ahí que, el reloj en movimiento parece funcionar [más ; menos] rápidamente que los relojes que estén en reposo con respecto al observador. **63** **9**

Pase al 11-11.

11-10 *(del 11-11)* Si $v = 0.8c$, $\sqrt{1-(v/c)^2} =$_____ y $\gamma =$_____. **12** **47**

Cuando se mide desde la Tierra, los relojes en el cohete funcionan [más rápidamente por un factor de 1.67 ; más lento por un factor de 0.6]. **22** Si el viaje tarda 25 años terrestres, el tiempo del mismo, medido por los relojes del cohete que funcionan más [lentamente ; rápidamente], será _____ **31** veces los 25 años. **60**

Una regla de 10 años luz de longitud, viajando a una velocidad $v = 0.8c$, se vera [contraída ; dilatada] a una longitud de_____años luz. **93** **75**

Pase al 11-14.

11-11 *(del 11-9)* Suponga que se pudiera construir un supercohete que viajara a una velocidad de v = 0.8c. En un año, este cohete viajaría una distancia de_____años luz. **102**
Viajando a esta velocidad, ¿cuánto tiempo emplearía en hacer un viaje redondo a una estrella distante 10 años luz (medidos desde la Tierra)? La respuesta es t =_____años. Según los relojes en el cohete, el viaje redondo **141**
duraría t' =_____ años. El viajero sideral envejecería_____años [más ; **73** menos] que su símil en la Tierra. **84** **62**
Según las medidas hechas desde el cohete, la distancia de la Tierra hasta el punto de retorno sería de [5 ; 6 ; 8 ; 10 ; 12.5 ; 15] años luz. **27**

Pase al 11-10.

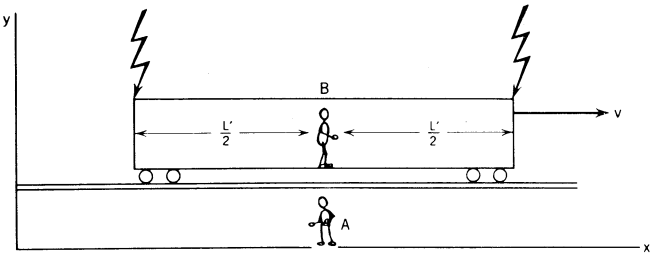
11-12 *(del 11-19)* La fórmula $u' = \dfrac{u + \mathrm{v}}{1 + \mathrm{v}u/c^2}$ se cumple para todos los valores de v, positivos o negativos [*cierto* ; *falso*] . El que v sea negativa significa que el [vagón ; **5** automóvil] se mueve hacia la [derecha ; izquierda] . Si en la fórmula se **68** **43**
reemplaza a v con (−v), se obtiene el resultado deseado:
$u' = \dfrac{u + (-\mathrm{v})}{1 + (-\mathrm{v})\,u/c^2}$.
También se puede partir, desde un principio, de las transformaciones de Lorentz entre el observador estacionario (sistema con apóstrofo) y el vagón que se mueve hacia la izquierda (sistema sin apóstrofo). Estas ecuaciones son
$x' =$ [$\gamma(x - \mathrm{v}t)$; $\gamma(x + \mathrm{v}t)$] y $t' =$ [$\gamma(t - \mathrm{v}x/c^2)$; $\gamma(t + \mathrm{v}x/c^2)$] . **55** **14**
Dividiendo una por otra, se obtiene la respuesta correcta.

Pase al 11-17.

11-13 *(del 11-28)* El valor de masa inercial contenida en una cantidad E_t de energía es [$\gamma E_t/c^2$; $E_t/\gamma c^2$; ninguna de éstas] . **6**

Si es incorrecto, pase al 11-7 ; si es correcto, pase al 11-24.

11-14 *(del 11-10)*



Vemos que, cuando los movimientos son a alta velocidad, el tiempo se comporta de una manera "peculiar". Otro de estos extraños efectos es que si dos sucesos ocurren al mismo tiempo para el observador A, éstos no serán, en general, simultáneos para el observador B.

Suponga que B está parado en el centro de un vagón cuya longitud, medida por él mismo, es L'. Cuando el carro se para, la medida de esta longitud para el observador estacionario A será $\left[\gamma L' \; ; \frac{L'}{\gamma} \; ; \; L'\right]$, en donde $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ **110**

Suponga que cuando B pasa por donde se encuentra A, caen dos rayos simultáneamente (*según A*) sobre los extremos del vagón. Si los rayos dejaran marcas en la vía, la distancia entre ellas, medidas por A, sería $\left[\gamma L' \; ; \frac{L'}{\gamma} \; ; \; L'\right]$. **149**

Si es incorrecta, pase al 11-34 ; si es correcta, pase al 11-16.

11-15 *(del 11-17)* Consideremos un neutrón que decae en un protón, un electrón y un antineutrino mientras viaja a una velocidad $v_n = 0.9c$. Suponga que el electrón tiene una velocidad $v_e = 0.8c$ con respecto al neutrón; esto es, la velocidad que mediría un observador que viajara junto con el neutrón. Si v_n y v_e son paralelas, la velocidad del electrón medida por un observador estacionario sería_____. Si se trata de un decaimiento inverso, es decir, que v_e y v_n son antiparalelos, la velocidad del electrón será_____. **124** **100**

Pase al 11-22.

11-16 *(del 11-14 u 11-34)* Con referencia al cuadro 11-14, la luz de los dos rayos llegarán a A simultáneamente [*cierto* ; *falso*]. Según A, B se mueve hacia la derecha y [a) ambos (pulsos) llegarán simultáneamente a B; b) (el pulso) de la derecha llegará primero a B; c) (el pulso) de la izquierda llegará primero a B]. Según B, (ambos pulsos) le llegan simultáneamente [*cierto* ; *falso*] Según un observador cualquiera, B recibe primero el impulso de la derecha [*cierto* ; *falso*]. Según B, (ambos pulsos) viajan con la misma velocidad c a lo largo del vagón. Según B, si él recibe primero (el pulso) de la derecha, el rayo de la derecha fue el primero en caer [*cierto* ; *falso*].

107 161 139 144 118

Entonces, es necesario llegar a la conclusión de que los dos sucesos que, según el observador (A), ocurren simultáneamente, no tuvieron lugar al mismo tiempo para otro observador (B).

Supóngase que un tercer observador se hubiera estado moviendo hacia la izquierda. (El pulso) luminoso del rayo de la [izquierda ; derecha] le llegará primero y dirá entonces que el rayo de la [izquierda ; derecha] cayó primero. Es claro que el orden en que ocurren estos dos sucesos (caída de rayos) depende de la velocidad del observador. Siempre que dos acontecimientos ocurran en el intervalo de tiempo requerido para que la luz viaje entre ellos, el orden de ocurrencia no queda definido (depende de la velocidad del observador). En tales casos, se puede hacer que los sucesos "futuros" antecedan a los "pasados", seleccionando apropiadamente al observador móvil.

113 156

Pase al 11-18.

11-17 *(del 11-12)* Suponga que el vagón viaja hacia la derecha, pero el automóvil tiene una velocidad u dentro de él que apunta hacia la izquierda. En este caso,

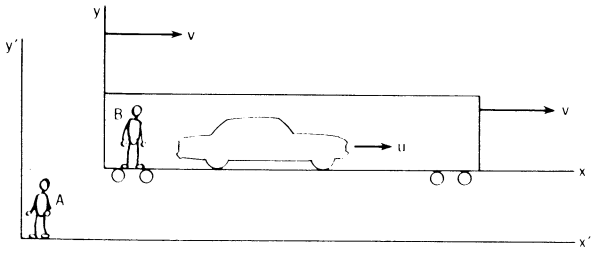
$$u' = \left[\frac{-u + v}{1 - vu/c^2} \; ; \; \frac{-u + v}{1 + vu/c^2} \; ; \; \frac{u - v}{1 - vu/c^2} \; ; \; \frac{u + v}{1 + vu/c^2} \; ; \text{ ninguna de éstas} \right]$$

128

en donde v y u son números positivos.

Pase al 11-15.

11-18 *(del 11-16)*



En este cuadro, se deducirá la fórmula de Einstein para la adición de velocidades. En este caso, usaremos por conveniencia, las coordenadas con apóstrofo para el observador estacionario A. El observador B se mueve en un vagón con velocidad v respecto al sistema con apóstrofo. B observa a un automóvil que se mueve con velocidad $u = \frac{x}{t}$ respecto al vagón (t se define de tal manera que es cero cuando $x = 0$).

El problema es: ¿Qué valor u', que A mide para la velocidad del automóvil? Según la transformación de Lorentz, la relación entre x' y x es $x' =$ [$\gamma(x - vt)$; $\gamma(x + vt)$; $\frac{1}{\gamma}(x + vt)$; ninguna de éstas] . De manera simi- **111**
lar, $t' =$ [$\gamma(t + vx/c^2)$; $\frac{1}{\gamma}(t + vx/c^2)$; ninguna de éstas] . Si se divide **123**
la primera ecuación por la segunda, se obtiene: $\frac{x'}{t'} = \frac{x + vt}{t + vx/c^2}$ [*cierto* ; **96**
falso] .

Si tanto el numerador, como el denominador del miembro derecho, se dividen por t, se obtiene_____. **85**

Como t' es cero cuando el automóvil está en $x' = 0$, el miembro izquierdo es [u ; u' ; $u + u'$] . Por consiguiente, $u' = \frac{u + v}{1 + vu/c^2}$. **15**

Pase al 11-19.

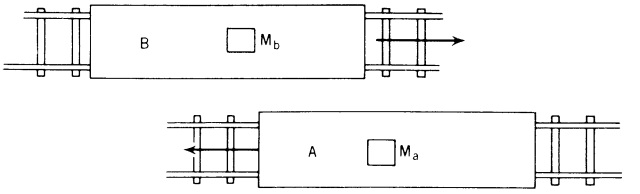
11-19 *(del 11-18)* Repita la deducción anterior para el caso en que el vagón se mueve hacia la izquierda, con velocidad v, y el automóvil se sigue moviendo en el vagón hacia la derecha, con velocidad u. El resultado es $u' =$_____, en **26**
donde v y u son números positivos.

Si es incorrecta, pase al 11-12 ; si es correcta, pase al 11-20.

11-20 *(del 11-19)* Considérese un neutrón que decae en un protón, un electrón y un antineutrino cuando está viajando con una velocidad $v_n = 0.9c$. Suponga que el electrón tiene una $v_e = 0.8c$ respecto al neutrón; es decir, la que mediría un observador que se moviera con el neutrón. Si v_n y v_e son paralelas, la velocidad del electrón, medida por un observador estacionario, sería_____. **3**
Si se trata de un decaimiento en que v_e y v_n son antiparalelas, la velocidad del electrón será_____. **25**

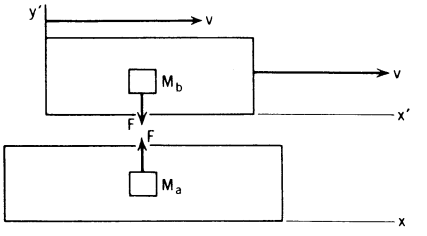
Si es incorrecta, pase al 11-22 ; si es correcta, pase al 11-21.

11-21 *(del 11-20)* En este cuadro, se mostrará que la fórmula $M = \dfrac{M_0}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$ es una consecuencia matemática de la transformación de Lorentz y de la expresión usual para la conservación del impulso.



Los vagones A y B vistos desde arriba

Considere dos vagones que se cruzan. Ambos vagones poseen masas idénticas; es decir, cuando se miden en reposo, ambas tienen el valor M_0. Precisamente cuando los carros están uno frente al otro aparece momentáneamente una fuerza de atracción que produce un pequeño cambio del impulso en la dirección y de cada una de las masas. Los dos observadores verán a sus masas respectivas moverse en la dirección y con la misma componente vertical de la velocidad



vistos por el observador A

(1) [*cierto* ; *falso*]. Por lo tanto, $(v_a)_y$ = [$(v_b')_y$; $(v_b)_y$], en donde el **69 83**

11-21 *(continúa)*

apóstrofo indica lo que mide B y la ausencia del mismo lo que mide A. De acuerdo con la fórmula para la conservación del impulso, la componente y del impulso comunicado a M_a (medida por A), debe ser igual a la componente y del impulso comunicado a M_b (también medida por A). La afirma-

(2) ción anterior establece que $M_a(v_a)_y = [\ M_b\ (v_b)_y\ ;\ M_b'\ (v_b')_y\ ]$. Si el **17**
resultado (1) se sustituye en el miembro [izquierdo ; derecho] de (2), **4**
se obtiene:

(3) $M_a\ (v_b')_y = M_b\ (v_b)_y \quad$ ó $\quad M_a \dfrac{\Delta y_b'}{\Delta t'} = M_b \dfrac{\Delta y_b}{\Delta t}$.

Si M_b se mueve una distancia $\Delta y_b'$, ambos observadores miden la misma distancia; esto es, de acuerdo con la transformación de Lorentz $y' = y$ (la contracción de Lorentz sólo afecta a las distancias en la dirección de v)

[*cierto* ; *falso*]. **50**

Dividiendo ambos miembros de (3) por $\Delta y_b'$ se obtiene:

(4) $\dfrac{M_a}{\Delta t'} = \dfrac{M_b}{\Delta t}$

Sin embargo, A observa que los relojes de B funcionan más [rápidamente ; **87**
lentamente] que los de él. A observa que la [$\Delta t'$; Δt] medida por B **99**
es [mayor ; menor] que la [$\Delta t'$; Δt] medida por A. La relación **112**

$\dfrac{\Delta t}{\Delta t'} = \left[\sqrt{1-(v/c)^2}\ ;\ \dfrac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}}\ ;\ 1\right]$. **20** **44**

Sustituyendo esta ecuación en la (4), se obtiene:

$M_b =$_____ . **71**

Como se supone que v_y es pequeña, M_a es esencialmente la masa en reposo M_0. Así se ha conseguido demostrar que, para que la expresión usual para la conservación del impulso sea válida, la masa en movimiento [M_a ; M_b] **91**
observada por [A ; B] debe tener el valor $\dfrac{M_o}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$. **58**

Pase al 11-22.

11-22 La masa relativista es $M =$ _____ M_0. **39**

(del 11-15, 11-20 u 11-21)

El impulso relativista es $P =$ [Mv ; $M_0 v$; $\frac{Mv}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$] . **8**

La energía total relativista es $E_t =$ [Mc^2 ; $M_0 c^2$; $(M - M_0)c^2$] . **82**

La energía cinética relativista es [$\frac{1}{2} Mv^2$; $\frac{1}{2} M_0 v^2$; $(M - M_0)c^2$] . **114**

Sean $\beta = v/c$ y $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}$.

La relación $P_c/E_t =$ [γ ; $\gamma\beta$; $\frac{\beta}{\gamma}$; $\frac{\gamma}{\beta}$; ninguna de éstas] . **101**

La relación $P/M_0 c =$ [γ ; $\gamma\beta$; $\frac{\beta}{\gamma}$; $\frac{\gamma}{\beta}$; ninguna de éstas] . **74**

La relación $E_t/M_0 c^2 =$ [γ ; $\gamma\beta$; $\frac{\beta}{\gamma}$; $\frac{\gamma}{\beta}$; $\gamma^2 \beta$; ninguna de éstas] . **30**

Si es incorrecta, pase al 11-26 ; si es correcta, pase al 11-23.

11-23 Existe una relación simple que hace posible expresar a la energía $E_t = Mc^2$,

(del 11-22 u 11-26)

en términos del impulso $P = Mv$, y que se deducirá a continuación.

[$\gamma^2(1 - \beta^2) =$ [1 ; $(1 - \beta^2)^2$; $(1 + \beta)$; ninguna de éstas] . **56**

Por lo tanto, $\gamma^2 = \gamma^2\beta^2 + 1$ [*cierto* ; *falso*] . **90**

Multiplicando ambos miembros por $M_0{}^2 c^4$, se obtiene:

(1) $(M_0 \gamma c^2)^2 = (M_0 \gamma \beta c^2)^2 + (M_0 c^2)^2$.

El miembro izquierdo es [E_t ; $E_t{}^2$; $(Pc)^2$] . **86**

La cantidad $(M_0 \gamma \beta c^2)^2$ es [E_t ; $E_t{}^2$; P^2 ; $P^2 c^2$] . **48**

Sustituyendo este resultado en la ecuación (1), se obtiene:

$E_t{}^2 = P^2 c^2 + M_0{}^2 c^4$ [*cierto* ; *falso*] . **127**

Pase al 11-28.

11-24 *(del 11-13 u 11-7)* Si la masa de un viajero sideral es 1.67 veces su masa en reposo M_0, su energía cinética será:

$E_c = \left[\frac{1}{2} M_0 v^2 \ ; \ \frac{1}{2} M_0 (.8c)^2 \ ; \ .67 M_0 c^2 \ ; \ .67 M c^2 \ ; \ .8 M_0 c^2 \ ; \ 1.67 M_0 c^2 \right]$. **98**

El impulso del viajero será $P =$ [$M_0 v$; Mc ; $1.67\, M_0 v$; $1.25\, M_0 v$; ninguno de éstos]. **70**

El impulso será también _____ $M_0 c$. **37**

Pase al 11-25.

11-25 *(del 11-24)* De acuerdo con la teoría clásica:

$E_c = \left[\frac{1}{2} \beta^2 M_0 c^2 \ ; \ \frac{1}{2} \beta^2 \gamma^2 M_0 c^2 \ ; \ \text{ninguna de las dos} \right]$ en donde $\beta = \frac{v}{c}$ **34**

y $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}$.

De acuerdo con la teoría clásica: $P = \left[\gamma \ ; \ \beta \ ; \ \gamma\beta \ ; \ \frac{\beta}{\gamma} \ ; \ \gamma - 1 \right] M_0 c$. **7**

Usando la teoría de la relatividad: $E_c =$ [γ ; $\gamma - 1$; $\gamma\beta$; $\gamma\beta - 1$] $M_0 c^2$. **116**

$P = \left[\gamma \ ; \ \beta \ ; \ \gamma - 1 \ ; \ \gamma\beta \ ; \ \gamma\beta - 1 \ ; \ \frac{1}{\gamma} \ ; \ \frac{\beta}{\gamma} \right] M_0 c$. **150**

$P = \left[\gamma \ ; \ \gamma - 1 \ ; \ \beta \ ; \ 1 \ ; \ \gamma\beta \ ; \ \frac{\beta}{\gamma} \ ; \ \frac{1}{\gamma} \right] Mc$. **135**

Pase al 11-27.

11-26 $Pc/E_t = (Mv)c/Mc^2$ [*cierto* ; *falso*]. **103**

(del 11-22) $Pc/E_t = v/c$ [*cierto* ; *falso*]. **108**

$M = \left[M_0 \gamma \ ; \ \frac{M_0}{\gamma} \ ; \ M_0 \right]$. **65**

$M/M_0 = \left[\gamma \ ; \ \frac{1}{\gamma} \ ; \ \gamma\beta \right]$. **54**

$M/M_0 = E_t/M_0 c^2$ [*cierto* ; *falso*]. **143**

Pase al 11-23.

11-27 *(del 11-25)* Supongamos que el universo es de extensión infinita y que contiene una densidad uniforme de estrellas separadas por una distancia promedio D. A partir de esta suposición, se llegará a la sorprendente conclusión de que el cielo nocturno debería ser tan brillante como el Sol. El número promedio de estrellas en un cubo de lado D será_____.

32

Ahora trácese un rayo que parta de la Tierra hacia el infinito, en una dirección arbitraria; Al atravesar este rayo un cubo de volumen D^3 y sección transversal D^2, la probabilidad de que incida sobre una estrella de sección transversal σ es de uno en $\left[\frac{1}{\sigma}\ ;\ \frac{D}{\sigma}\ ;\right.$ **140**
$\left.\frac{D^2}{\sigma}\ ;\ \frac{D^3}{\sigma}\right]$. Después de que el rayo atraviesa $N = \left[\frac{D}{\sigma}\ ;\ \frac{D^2}{\sigma}\ ;\ \frac{D^4}{\sigma^2}\right]$ de **115**
estos cubos en sucesión, la probabilidad de que incida sobre una estrella es mayor que el 50 %. Este significa que la distancia promedio que debe viajar el rayo para incidir sobre una estrella es ND, en donde $N = \left[\frac{\sigma}{D}\ ;\ \frac{D}{\sigma}\ ;\ \frac{D^2}{\sigma}\right]$ **153**
Las medidas astronómicas muestran que la distancia promedio entre las estrellas es $D = 10$ años luz y que el área promedio de una estrella es $\sigma \approx 10^{-14}$ (años luz)^2. Así $\frac{D^3}{\sigma} = \frac{10^3}{10^{-14}} = 10^{17}$ años luz. Se llega necesariamente a la conclusión de que si el universo es mayor que_____años luz y si las estre- **159**
llas están uniformemente distribuidas, con la misma temperatura superficial o brillantez, todos los rayos que partieran de la Tierra terminarían en estrellas de la misma brillantez que la del Sol; es decir que, todas las regiones del cielo serían tan brillantes como el Sol. En tal situación, la temperatura de la Tierra adquiriría rápidamente la temperatura de la superficie del Sol [*cierto* ; **131**
falso].

Pase al 11-29.

11-28 Toda forma de energía está asociada con una masa inercial [*cierto* ; *falso*]. **120**
(del 11-23)

Pase al 11-13.

11-29 *(del 11-27)* Suponga que en tal universo existe una burbuja de niebla interestelar. La temperatura de esta niebla llegaría a ser igual a la temperatura de la superficie del Sol [*cierto* ; *falso*]. La presencia de niebla interestelar podría **163**
explicar la obscuridad del cielo [*cierto* ; *falso*]. Del razonamiento lógico **133**
anterior, debemos concluir que el universo es de extensión finita o que la densidad de estrellas decrece a grandes distancias [*cierto* ; *falso*]. **105**

Pase al 11-30.

11-30 *(del 11-29)* Existe otra forma de evitar esta paradoja (llamada paradoja de Olbers). El espacio podría seguir siendo infinito y poblado con una densidad uniforme de estrellas, siempre que las estrellas distantes se muevan rápidamente [hacia ; alejándose de] la Tierra. La longitud de onda de la luz emitida **106**
por una estrella que se mueve a una velocidad cercana a la de la luz y [hacia ; alejándose de] la Tierra, sufrirá una desviación "hacia el rojo" **147**
desde la región visible hacia longitudes de onda mucho mayores. Esta desviación hacia el rojo de las galaxias distantes es un hecho observado, [*cierto* ; *falso*]. **125**

Pase al 11-32.

11-31 *(del 11-32)* La teoría cosmológica del estado estacionario supone que el principio de uniformidad generalizado es válido [*cierto* ; *falso*]. Si la teoría del estado **36**
estacionario es cierta, en la relación $v = Kr^n$, n tiene que ser igual a 1 [*cierto* ; *falso*]. **64**

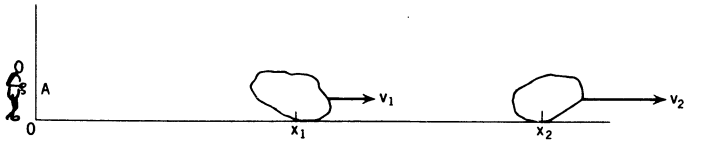
Si las observaciones astronómicas mostraran que n no es igual a uno, la teoría del estado estacionario no sería aceptable [*cierto* ; *falso*]. **109**

La constante de Hubble K tiene por unidades:
[seg/cm ; seg ; 1/seg ; cm-seg]. **97**

El principio de uniformidad generalizado establece que el universo no cambia con el tiempo o con la posición del observador [*cierto* ; *falso*]. **119**

Pase al 11-33.

11-32 *(del 11-30)* La poca información experimental disponible indica que la velocidad de [acercamiento ; retroceso] de las galaxias distantes es proporcional a la **129**
[raíz cuadrada ; primera potencia ; segunda potencia ; tercera potencia] **166**
de la distancia. Esta relación entre velocidad y distancia puede expresarse como $v = Kr^n$, en donde K es una constante física universal (llamada constante de Hubble) y el exponente $n =$_____. **158**



Ahora se mostrará que el principio de uniformidad predice cuál debe ser el valor de n. Considérense primero dos galaxias cercanas que se mueven lentamente con velocidades v_1 y v_2. La velocidad de la galaxia 1, tal como la ve el observador A, sería $v_1 =$_____. **134**

La medida de la velocidad relativa entre las galaxias 1 y 2, para el observador A, es $(v_2 - v_1)$, que es [$K(x_2 - x_1)^n$; $K(x_2{}^n - x_1{}^n)$; $(Kx_2 - Kx_1)^n$]. **117**

Según el principio de uniformidad, un observador en la galaxia 1 vería que las galaxias se alejan de él conforme a la ley $v = Kr^n$, en donde [a) r se **142**
mide desde el origen $(x = 0)$; b) r es la distancia desde la galaxia 1 (medida desde $x = x_1$)]. El observador de la galaxia 1 diría que la velocidad de la galaxia 2 es [$Kx_2{}^n$; $K(x_2 - x_1)^n$; $K(x_2{}^n - x_1{}^n)$]. Si se igualan **152**
los dos resultados anteriores, para la velocidad de la galaxia 2 con respecto a la galaxia 1, se obtiene: $(x_2 - x_1)^n = x_2{}^n - x_1{}^n$.

Según el principio de uniformidad, la ecuación anterior debe cumplirse para todos los valores de x_1 y x_2, si las velocidades son mucho menores que c [*cierto* ; *falso*]. Por ejemplo, tome $x_2 = 3$ millones de años luz y $x_1 = 1$ **121**
millón de años luz. Por lo tanto, $(3 - 1)^n = 3^n - 1^n$. La ecuación anterior es válida cuando $n =$_____. **160**

Pase al 11-31.

11-33 *(del 11-31)* Suponga que la materia en el universo estuviera distribuida uniformemente, con una densidad D, hasta una distancia R. La masa total M del universo sería $\left[\frac{D}{\frac{4}{3}\pi R^3} \; ; \; \frac{4}{3}\pi R^3 D \; ; \; 4\pi R^2 D\right]$. **167**

Para que en este "universo" no se produzca un colapso, las galaxias periféricas deben tener la velocidad de escape desde una esfera de masa M y radio R. Por consiguiente, la energía cinética de estas galaxias debe ser igual a _____ **67** veces la energía potencial gravitacional, o $\frac{1}{2}mv^2 = GMm/R$, en donde m es la masa de [la galaxia ; el universo]. **130**

Por lo tanto, $v = \sqrt{2GM/R}$ es la velocidad de escape.

Ahora substitúyase en este resultado la expresión para M, en términos de D: entonces $v =$_____. **148**

Nótese que este resultado tiene la misma forma que la relación de Hubble para la velocidad de retroceso de las galaxias distantes: $v = KR$. Lo que es aún más sorprendente es que si se substituyen los valores medidos de G y D, se halla que $\sqrt{\frac{8}{3}\pi \; GD} = K$, dentro del error experimental. De hecho, dentro del error experimental, $GD=K^2$. Esto puede ser simple coincidencia. O tal vez existe un profundo significado teórico, el cual hasta el presente, no se ha entendido. Pudiera ser que las constantes físicas universales G, D (densidad de la materia en el universo) y G (constante de Hubble) no fueran independientes.

Pase al 11-35.

11-34 *(del 11-14)* Cuando A mide la longitud del carro en movimiento, encuentra que su longitud se ha [contraído; dilatado; conservado igual] con respecto a cuando **168** estaba en reposo. El observador A puede usar la vía del tren (estacionaria) como "regla" para medir la longitud del carro, siempre que la posición de los dos extremos del carro se observen simultáneamente en el sistema de referencia de [A; B]. Las marcas de los rayos pueden servir de medida **162** [*cierto; falso*]. **151**

Pase al 11-16.

11-35 (*del 11-33*) A la relación $GD \approx K^2$ se le puede dar otra interpretación teórica. Si existe una creación espontánea de materia (tal como lo requiere la teoría del [estado estacionario; gran estallido] sería deseable que la ley de la conser- **165**
ción de la energía no se violara. Si se crea espontáneamente una masa m, el aumento total de la energía del universo será $\Delta E_t = mc^2 + U_x$ en donde U es la energía potencial gravitacional de m. $U = [\ -GM/R\ ;\ -GMm/R^2\ ;$ **137**
$-GMm/R^2\ ]$ en donde M es la masa total y R la distancia promedio de las galaxias "visibles" (existe una "desviación hacia el rojo" en la fuerza gravitacional, al igual que en la luz). Por lo tanto $M \approx DR^3$, en la cual D es la densidad promedio de la materia en el universo. Así: $U \approx$ _____. El aumento **122**
de energía es $\Delta E_t \approx mc^2 - GDmR^2$. El radio del universo "visible" es $R \approx$ _____ en donde K es la constante de Hubble. Luego $\Delta E_t \approx$ **155**
$m(c^2 - GDc^2/K^2) = mc^2(1 - GD/K^2)$ [*cierto ; falso*]. **132**

Si $GD = K^2$, el aumento en energía anterior es cero, y, cuando menos, desde este punto de vista, la conservación de la energía no se viola por creación espontánea.

Pase al 11-36.

11-36 (*del 11-35*) Cuestionario de repaso:

Exprese las siguientes cantidades, en términos de β, γ, M_0 y c, en donde $\beta = \frac{v}{c}$ y $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}$ (use lápiz).

$P =$_____ **136**

$E_t =$_____ **126**

$P/E_t =$_____ **157**

$E_t^2 - c^2P^2 =$_____ **169**

$E_c/E_t =$_____ **146**

$\sqrt{E_c(E_c + 2M_0c^2)} =$_____ **154**

Exprese $\frac{(\gamma^2 - 1)}{\gamma^2}$, sólo en términos de β. $\frac{\gamma^2 - 1}{\gamma^2} =$_____ **164**

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuestas
1	$10\sqrt{3}$
2	B
3	$\frac{1.7c}{1.72}$
4	izquierdo
5	cierto
6	ninguna de éstas
7	β
8	Mv
9	menos
10	$\gamma(x' + vt')$
11	L'
12	0.6
13	mayor
14	$\gamma\left(t - \frac{vx}{c^2}\right)$
15	u'
16	menor que
17	$M_b\ (v_b)y$
18	6
19	ct'
20	Δt
21	t
22	más rápidamente por un factor de 0.6
23	cierto
24	2
25	$\frac{0.1c}{0.28}$
26	$\frac{u - v}{1 - vu/c^2}$
27	6
28	7
29	en movimiento
30	γ
31	0.6
32	1
33	mayor
34	$\frac{1}{2}\beta^2 M_0 c^2$
35	60 seg
36	cierto
37	1.33
38	más
39	$\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$
40	ninguno de los dos son constantes
41	más
42	B
43	izquierda
44	$\frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$
45	cierto
46	vt
47	1.67
48	p^2c^2
49	$\gamma\left(ct' + \frac{vx'}{c}\right)$
50	cierto
51	cierto
52	$-vt'$
53	B
54	γ
55	$\gamma(x - vt)$
56	1
57	más
58	A
60	mayor lentos
61	mayor
62	menos
63	B
64	cierto
65	$M_0\gamma$
66	menor
67	1
68	vagón
69	cierto
70	$1.67\ M_0 v$
71	$\frac{M_a}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$
72	6
73	15
74	$\gamma\beta$
75	6
76	L
77	γt
78	menor
79	2
80	cierto
81	se contrae
82	Mc^2
83	$(v_b')_y$
84	10
85	$\frac{u + v}{1 + vu/c^2}$
86	E_t^2
87	lentamente
88	falso
89	$\gamma(x_2 - vt)$
90	cierto
91	M_b
92	$\gamma(x^2 - x_1)$
93	contraída
94	cero
95	cierto
96	cierto
97	1/seg
98	$0.67\ M_0c^2$

Número Guía	Respuestas
99	$\Delta t'$
100	$\frac{0.1c}{0.28}$
101	ninguna de éstas
102	0.8
103	cierto
104	igual a
105	falso
106	alejándose de
107	cierto
108	cierto
109	cierto
110	L'
111	$\gamma(x + vt)$
112	menor
113	izquierda
114	$(M + M_0)c^2$
115	$\frac{D^2}{\sigma}$
116	$\gamma - 1$
117	$K(x_2^n - x_1^n)$
118	cierto
119	cierto
120	cierto
121	cierto
122	$-GDmR^2$
123	$\gamma\left(t + \frac{vx}{c^2}\right)$
124	$\frac{1.7c}{1.72}$
125	cierto
126	$\gamma M_0 c^2$
127	cierto
128	$\frac{-u + v}{1 - vu/c^2}$
129	retroceso
130	la galaxia
131	cierto
132	cierto
133	falso
134	Kx_1^n
135	β
136	$\gamma\beta M_0 c$
137	$\frac{-GMm}{R}$
138	cierto
139	falso
140	$\frac{D^2}{\sigma}$
141	25
142	(b)
143	cierto
144	cierto
145	$\frac{L'}{\gamma}$
146	$1 - \frac{1}{\gamma}$
147	alejándose de
148	$R\sqrt{\frac{8}{3}\pi GD}$
149	$\frac{L'}{\gamma}$
150	$\gamma\beta$
151	cierto
152	$K(x_2 - x_1)^n$
153	$\frac{D^2}{\sigma}$
154	$\gamma\beta M_0 c^2$
155	$\frac{c}{K}$
156	izquierda
157	$\frac{\beta}{c}$
158	1
159	10^{17}
160	1
161	b)
162	A
163	cierto
164	β^2
165	estado estacionario
166	primera potencia
167	$\frac{4}{3}\pi R^3 D$
168	contraído
169	$M_0{}^2 c^4$

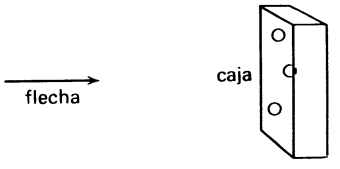
Capítulo 12

TEORIA CUANTICA

12-1 Rutherford determinó la masa de los núcleos atómicos mediante [el número ; la energía] de [las partículas alfa ; los electrones] que se dispersaban hacia atrás. El mecanismo de dispersión es la fuerza [gravitacional ; electrostática ; magnética ; nuclear]. **12** **35** **19**

Pase al 12-2.

12-2 (*del 12-1*) Considere una caja de sección transversal A. La caja contiene tres manzanas, cada una de sección transversal σ. La sección transversal total que presentan las manzanas es _____. La probabilidad de que una flecha lanzada contra la caja le pegue a una manzana es _____. Si se lanzan N_a flechas contra la caja, el número de manzanas alcanzadas por la flecha es _____. **18** **76** **23**



Pase al 12-3.

12-3 (*del 12-2*) En los dos cuadros siguientes, se verá cómo se determina la carga de los núcleos contando el número de partículas alfa dispersadas.

Suponga que cada núcleo tiene una sección transversal de σ cm^2. Suponga que se lanza una partícula alfa contra una hoja de metal de sección transversal A y que contiene N núcleos. La posibilidad de que una partícula pegue en un núcleo sería la relación entre las secciones transversales o _____. Si el número total de partículas alfa que llegan a la hoja es N_a, el número de particulas alfa dispersadas sería N_a por _____. **40** **33**

Pase al 12-6.

12-4 (*del 12-6 ó 12-12*) Si n es el número de partículas alfa dispersadas a más de 90°, la determinación experimental de σ se obtiene por $\sigma =$ _____ donde N es el número de [electrones ; átomos] en la hoja. A es el área total de todos los núcleos [*cierto* ; *falso*].

49 **54** **13**

Si tiene usted dudas de dónde proviene esta fórmula, resuelva para σ en el cuadro 12-3.

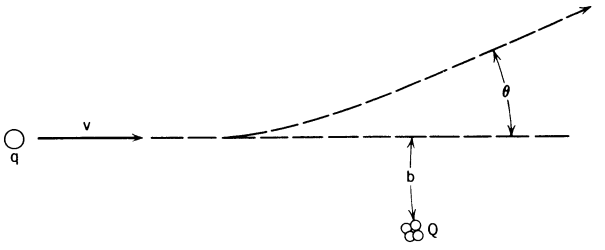
Pase al 12-7.

12-5 (*del 12-7*) La relación entre la masa del electrón y la del protón es aproximadamente _____. En un átomo, como el de carbón, la fracción de la masa atómica que se encuentra fuera del núcleo es aproximadamente _____. Esta es la relación de la masa de 6 electrones a _____ nucleones (neutrones o protones).

7 **22** **68**

Pase al 12-7.

12-6 (*del 12-3*) En este cuadro, se calculará la sección transversal efectiva σ de un núcleo. Sea Q la carga del núcleo y q la carga de la partícula alfa. La distancia b,



que se mide a partir de la línea de vuelo inicial, se llama el parámetro de impacto. La distancia de máximo acercamiento será [b;; mayor que b ; **41**
menor que b]. Cuando aumenta b, el ángulo de deflexión θ [aumenta ; **48**
disminuye]. La relación exacta entre el parámetro de impacto y θ se puede calcular usando la ley de [Coulomb ; Ampere ; Faraday] (el resultado de **26**
tales cálculos es $b = \dfrac{Qq}{mv^2 \tan\frac{\theta}{2}}$) para una deflexión de 90°, $b =$ _____. **81**

Si la dirección inicial de la partícula alfa es tal, que b es menor que Qq/mv^2, ésta sufrirá una deflección [mayor ; menor] que 90°. Esto corresponde **61**
a una región alrededor del núcleo de área σ, donde $\sigma = \left[\pi\left(\dfrac{Qq}{mv^2}\right)^2 \right.$; **72**
$\left. 2\pi\left(\dfrac{Qq}{mv^2}\right)^2 ;\ 4\pi\dfrac{Qq}{mv^2} \right]$,
por lo tanto, $\sigma = \left[\dfrac{\pi Q^2 q^2}{(E_c)^2} ;\ \dfrac{\frac{1}{4}Q^2 q^2}{(E_c)^2} ;\ \dfrac{\frac{1}{4}\pi Q^2 q^2}{(E_c)^2} ;\ \dfrac{\frac{1}{2}\pi Q^2 q^2}{(E_c)^2} \right]$ es la sección **37**
transversal efectiva para dispersar partículas alfa a [cualquier ángulo; más **92**
de 90° ; menos de 90°].

Para N_a partículas alfa que llegan a la hoja de área A, el número de partículas alfa dispersadas a más de 90° sería $\left[\dfrac{N_a N \sigma}{A} ;\ \dfrac{N_a N \sigma^2}{A} \right]$, donde N es el núme- **86**
ro de [partículas alfa que llegan a la hoja; partículas alfa dispersadas más **20**
de 90° ; átomos en la hoja] .

Por lo tanto, es posible determinar experimentalmente la sección transversal efectiva σ, midiendo el número de partículas alfa dispersadas a más de 90°. Entonces, la carga del núcleo se puede determinar a partir de la fórmula

$$Q = \left[\frac{2E_c}{q}(\sigma/\pi) ;\ \frac{2E_c}{\pi q}\sqrt{\sigma} ;\ \frac{2E_c}{q}\sqrt{\frac{\sigma}{\pi}} \right]. \qquad \textbf{53}$$

Si es incorrecta, pase al 12-12; si es correcta, pase al 12-4.

12-7 (*del 12-4*) Rutherford encontró que la carga del núcleo era $Q = \left[Z\,;\, Ze\,;\, \frac{1}{2}\,Ze \right]$, donde Z, es el número atómico y e la carga del electrón. También encontró que no toda la masa del átomo estaba en el núcleo, sino sólo $\left[\frac{1}{2}\,;\, \frac{1}{4}\,;\, \frac{1}{Z} \right]$; ninguno de éstos] de ésta. **67** **44**

Si es incorrecta, pase al 12-5, si es correcta, pase al 12-8.

12-8 (*del 12-5 ó 12-7*) Sea E_t la energía de un fotón de frecuencia f y longitud de onda. λ

Luego, $f = \frac{h}{E_t}$ [*cierto ; falso*]. $\lambda = \frac{h}{E_t}$ [*cierto ; falso*]. **17**

$\lambda = \frac{c}{f}$ [*cierto ; falso*]. $\lambda = \frac{hc}{E_t}$ [*cierto ; falso*]. **9** **30** **98**

Pase al 12-18.

12-9 (*del 12-18*) Un electrón en la superficie de un metal absorbe un fotón de 5 ev. La función de trabajo de este metal es w = 2 ev. La energía cinética del electrón después de abandonar el metal será _____ ev. **101**

Pase al 12-10.

12-10 (*del 12-9*) Suponga que el electrón del problema anterior pierde 1 ev en colisiones dentro del metal antes de dejar la superficie. Entonces la energía cinética de este electrón después de abandonar el metal sería _____ ev. **3**

Pase al 12-14.

12-11 (*del 12-19*) En este sistema cerrado, electrón más metal, se conservará la energía mecánica (suponiendo que no hay fricción) [*cierto ; falso*] La cantidad $E_c + U$ será cero dentro o fuera del metal, hasta que el electrón choque con otros electrones. Dentro del metal E_c = 5 ev y U = _____ ev. **5** **39**

Pase al 12-20.

12-12 (*del 12-6*) Ya se ha derivado el resultado $\sigma = \dfrac{\pi Q^2 q^2}{4 E_c{}^2}$ [*cierto ; falso*]. **64**

Esta ecuación se puede resolver para Q^2 multiplicando ambos miembros por_____. El resultado es $Q^2 = \dfrac{4E_c{}^2}{\pi q^2}\sigma$ [*cierto ; falso*] σ se determina **78** **106** experimentalmente midiendo [la energía ; el número] de partículas alfa **94** dispersadas a más de 90°.

Pase al 12-4.

12-13 (*del 12-31*) Conforme disminuye la energía de un fotón, su longitud de onda [aumenta ; disminuye ; permanece igual]. **1**

Si es incorrecta, pase al 12-23; si es correcta, pase al 12-24.

12-14 (*del 12-10*) De acuerdo con la teoría de metales, los electrones de conducción tienen energía cinética mientras están en el metal y permanecen ligados a él por una fuerza de atracción electrostática. Para un metal determinado, la energía cinética máxima de los electrones de conducción es de 3 ev ; pero estos electrones necesitarían 2 ev adicionales para abandonar la superficie. La función de trabajo de este metal es_____ ev. **38** Los electrones que tengan una energía cinética total de_____ev **11** lograrán apenas abandonar el metal y en este proceso perderán _____ev de **50** energía cinética. Suponga que uno de estos electrones de 3 ev absorbe un fotón de 4 ev. La energía cinética de este electrón antes de abandonar la superficie será_____ ev. Después de salir de la superficie, su **43** **62** energía cinética será_____ev menos o $E_{c\,\text{final}}$ =_____ ev. **91**

Si es incorrecta, pase al 12-15; si es correcta, pase al 12-16.

12-15 (*del 12-14*) En el problema anterior, un electrón superficial absorbe un fotón de energía hf = 4ev. Si la función de trabajo es w = 2 ev, la energía cinética después de abandonar el metal será [$w - hf$; $hf - w$; $hf + w$] que es **109** _____ ev.

Pase al 12-16.

12-16 (*del 12-14 ó 12-15*) Al dejar la superficie del metal, la energía cinética de un electrón disminuye en una cantidad igual a la función de trabajo [*cierto ; falso*]. **96**

Pase al 12-17.

12-17 (*del 12-16*) La energía cinética adicional necesaria para que un electrón abandone al metal, es la función de trabajo [*cierto ; falso*]. **55**

Pase al 12-19.

12-18 (*del 12-8*) $hf = E_t$ [*cierto ; falso*]. **71**

$h\,(c/\lambda) = E_t$ [*cierto ; falso*]. Resolviendo para λ, se obtiene: $\lambda =$ _____. **46 28**

Pase al 12-9.

12-19 (*del 12-17*) Un electrón fuera de la superficie de un metal tiene $E_c = 0$, y energía potencial $U = 0$. Su energía total $(E_c + U)$ es cero [*cierto ; falso*]. Los **88**

núcleos atómicos positivos de metal atraen al electrón [*cierto ; falso*]. **51**

Suponga que este potencial de atracción proporciona al electrón 5 ev de energía cinética una vez que éste entra en el metal. La suma $(E_c + U)$ dentro del metal será _____ ev. Si $(E_c + U) = 0$ y $E_c = 5$ ev, $U =$ _____ ev. **21 32**

Pase al 12-11.

12-20 (*del 12-11*) Dentro de este metal $U = -5$ ev. Si la E_c máxima de los electrones de conducción es 3 ev., para sacar uno de tales electrones de la superficie serán necesarios _____ ev de energía adicional. Por lo tanto, la función de trabajo sería _____ ev. Se observa que existe una relación simple entre la función de trabajo t, la energía potencial U y la energía cinética máxima E_{c_0} de los electrones de conducción. Esta relación es $-U =$ [$E_{c_0} + w$; $E_{c_0} - w$; $w - E_{c_0}$], donde U es un número [positivo ; negativo]. **2 47 15 58**

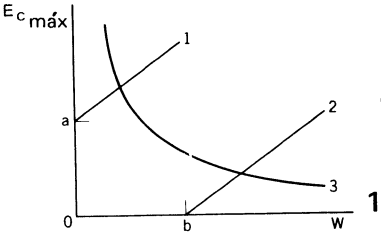
Pase al 12-21.

12-21 (*del 12-20*) En el efecto fotoeléctrico, la energía cinética máxima de los electrones emitidos está relacionada con la función de trabajo por la ecuación $w =$ [$hf - E_{c\text{máx}}$; $E_{c\text{máx}} - hf$; $E_{c\ \text{máx}}$]. **90**

Pase al 12-22.

12-22 (*del 12-21*) En el efecto fotoeléctrico, la gráfica de la E_c de los electrones contra la energía del fotón será como la curva [1; 2; 3]. **97**

En la curva mencionada, la función de trabajo w tiene el valor [a ; b ; $\frac{1}{b}$; de la pendiente]. **102**

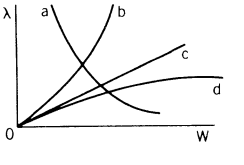


Pase al 12-31.

12-23 (*del 12-13*) Para la solución del problema anterior, refiérase al cuadro 12-18.

Pase al 12-24.

12-24 (*del 12-13 ó 12-23*) Una gráfica de λ contra E_t para un fotón será como la curva _____ . **25**



Pase al 12-25.

12-25 (*del 12-24*) Según la teoría de la relatividad, la masa inercial siempre se obtiene con $M = \left[\frac{E_{t\,0}}{c^2}\ \frac{E_c}{c^2}\ \frac{E_t}{c^2}\right]$. La masa de un fotón de 10 ev (1.6×10^{-11} ergs) es **57**

$M =$ _____ gramos. **83**

Pase al 12-36.

12-26 La relación numérica entre λ y E_c de un fotón es E_c (en ev) $= \dfrac{12390}{\lambda(\text{en } \mathring{A})}$ (*del 12-37*) [*cierto ; falso*] **66**

Pase al 12-27.

12-27 La relación numérica entre λ y E_c de un electrón es λ (en $\mathring{A}$) $= \dfrac{12390}{E_c \text{ (en ev)}}$ (*del 12-26*) [*cierto ; falso*] **100**

Pase al 12-29.

12-28 Para un fotón $\lambda = \left[\dfrac{hc}{E_t}; \dfrac{hE_t}{c}; \dfrac{hc^2}{E_t}\right]$. **104**
(*del 12-29*)

La energía cinética de un fotón es igual a su energía total E_t [*cierto ; falso*]. **74**

Por lo tanto, $\lambda = hc/E_c$ para [los fotones; los electrones; ambos fotones y electrones]. **60**

Pase al 12-32.

12-29 Para velocidades pequeñas, la relación entre E_c y el impulso es $E_c = \left[\dfrac{mP^2}{2}; \dfrac{P^2}{2m}; \dfrac{P^2}{2m^2}\right]$. (*del 12-27*) El impulso de un electrón no relativista, en términos **16**

de su energía cinética, es $P =$ _____. La longitud de onda de un **70**

electrón, en términos de su energía cinética es $\lambda = h/P$ [*cierto ; falso*]. **80**

La longitud de onda de un electrón, en términos de su E_c, es $\lambda =$ _____. **45**

Esta ecuación también es válida para un fotón [*cierto ; falso*]. **27**

Pase al 12-28.

12-30 Si la amplitud es 3 veces mayor, la intensidad de la onda en el electrón (*del 12-34*) A es_____veces mayor que en el electrón B. El número de fotones **6**

que pasan por A es_____veces mayor que los que pasan por B. **24**

Pase al 12-35.

12-31 (*del 12-22*)

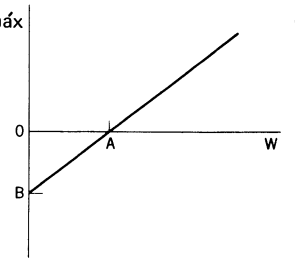
$E_{C\ máx} = [E_t - w\ ;\ w - E_t]$, donde $E_t = hf$. **85**

Cuando $E_{C\ máx} = 0$, $E_t = w$ [*cierto* ; *falso*] **108**

A la $E_{C\ máx} = 0$ le corresponde el punto [A ; B]. **52**

Como se puede ver en el eje [vertical ; horizontal]. **31**

el valor de este punto será E_t.



Pase al 12-13.

12-32 (*del 12-28*)

Asignémosle letras a las ecuaciones siguientes:

a) $(E_t = Mc^2)$; b) $(E_t = hf)$; c) $(\lambda = h/P)$: d) $(\Delta x \cdot \Delta P \approx h)$; e) $(hf = E_C + w)$

Identifique los conceptos que corresponden a las ecuaciones anteriores:

ecuación de la naturaleza ondulatoria de la materia: _____. **29**

efecto fotoeléctrico _____. **4**

cuantización de la luz _____. **69**

principio de incertidumbre _____. **42**

¿Cuáles de las ecuaciones anteriores se identifican con los siguientes nombres?

Planck _____. **56**

Einstein _____. **82**

DeBroglie _____. **89**

Heisenberg _____. **63**

Pase al 12-33.

12-33 (*del 12-32*)

Un haz de luz de longitud de onda 3000 Å ilumina un trozo de metal de cesio. Suponga que la intensidad de la luz que incide sobre el electrón A es tres veces mayor que la que incide sobre el electrón B. Pasan _____ **107** veces más fotones por el electrón A que por el electrón B. La probabilidad de que el electrón A absorba un fotón es _____ la probabilidad de **93** que al mismo tiempo lo haga el electrón B. La amplitud de la onda del campo eléctrico en el electrón A es _____ veces la del electrón B. **14**

Pase al 12-34.

12-34 (*del 12-33*) Si la amplitud de la onda luminosa que ilumina al electrón A es 3 veces la que ilumina al electrón B, la probabilidad de que el electrón A absorba un fotón es [1 ; $\sqrt{3}$; 3 ; 9] veces la que tiene el electrón B para absorberlo. **75**

Si es incorrecta, pase al 12-30; si es correcta, pase al 12-35.

12-35 (*del 12-34 ó 12-30*) Sobre una doble rendija incide luz azul de longitud de onda de 4000 Å. En el punto P_1, la amplitud de las ondas provenientes de las rendijas A y B es 10 y -9 unidades, respectivamente. Por lo tanto, el punto P_1 está cercano a un [máximo ; mínimo ; ninguno de los dos], de interferencia. **8**

En el punto P_1 la amplitud de la onda resultante sería [1 ; -1 ; 19 ; ninguna de éstas] unidades. Si la amplitud de las ondas que provienen de las rendijas A y B es $+9$ y $+10$ unidades medidas en P_2, la relación de la amplitud en P_2 a la amplitud en P_1 es _____. El número de fotones que pasan cada segundo por P_2 es _____ veces el número de fotones que pasan cada segundo por P_1. **34** **59** **77**

Si es incorrecta, pase al 12-39; si es correcta, pase al 12-38.

12-36 (*del 12-25*) Si la masa de un fotón es $M = hf/c^2$, su impulso será $P =$ _____ . **10**

Pase al 12-37.

12-37 (*del 12-36*) El impulso de un fotón es su velocidad multiplicada por (hf/c^2) [*cierto* ; *falso*]. **99**

La velocidad es v = _____ . **87**

Pase al 12-26.

12-38 En el estado base del átomo de hidrógeno, la amplitud de la onda asociada al electrón es máxima en la posición del protón y decae exponencialmente con la distancia a partir del centro. A una distancia de 0.5×10^{-8} cm, la amplitud de la onda es 1/2.7 veces su valor en el centro. La probabilidad de encontrar al electrón en el centro del átomo de hidrógeno es _____ **103** veces la probabilidad de encontrarlo en un punto a 0.5×10^{-8} cm del centro.

(*del 12-35 ó 12-39*)

Pase al 12-40.

12-39 Si la relación de las amplitudes es 19, la relación de las intensidades será_____. **105**

El número de fotones por segundo es proporcional a la [amplitud ; intensidad] de la onda. **79**

(*del 12-35*)

Pase al 12-38.

12-40 Cuestionario de repaso:

(*del 12-38*)

1. ¿Cuál es la energía de un fotón, en términos de h, c y f?

   $E_t =$ _____ **36**

2. ¿Cuál es la energía cinética de un electrón no relativista, en terminos de m, h, y λ?

   $E_c =$ _____ **84**

3. La probabilidad de encontrar una partícula es proporcional a la amplitud de la onda.

   ¿Cierto o falso? **73**

4. Si la función de trabajo de un metal es 4 ev, ¿cuál será la energía mínima del fotón capaz de producir fotoelectrones de este metal?

   $E_t =$ _____ ev. **65**

   ¿Cuál será la longitud de onda de tales fotones?

   $\lambda =$ _____ **95**

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuestas
1	aumenta
2	2
3	2
4	e
5	cierto
6	9
7	$\frac{1}{2000}$
8	mínimo
9	falso
10	$\frac{hb}{c}$
11	5
12	la energía
13	falso
14	$\sqrt{3}$
15	$Ec_0 + w$
16	$\frac{P^2}{2m}$
17	falso
18	3σ
19	electrostática
20	átomos en la hoja
21	cero
22	$\frac{1}{4000}$
23	$N_a \frac{3\sigma}{A}$
24	9
25	a
26	Coulomb
27	falso
28	$\frac{hc}{E_t}$
29	c
30	cierto
31	horizontal
32	-5
33	$\frac{N\sigma}{A}$
34	1
35	las partículas alfa
36	hf
37	$\frac{\frac{1}{4}\pi Q^2 q^2}{(Ec)^2}$
38	2
39	-5
40	$\frac{N\sigma}{A}$
41	mayor que b
42	d
43	7
44	ninguno de éstos
45	$\frac{h}{\sqrt{2m\,Ec}}$
46	cierto
47	2
48	disminuye
49	$\frac{n\mathrm{A}}{N_a N}$
50	5
51	cierto
52	A
53	$\frac{2Ec}{q}\sqrt{\frac{\sigma}{\pi}}$
54	átomos
55	cierto
56	b
57	$\frac{E_t}{c^2}$
58	negativo
59	19
60	los fotones
61	mayor
62	5
63	d
64	cierto
65	4
66	cierto
67	Ze
68	12
69	b
70	$\sqrt{2mE_c}$
71	cierto
72	$\pi\left(\frac{Qq_2}{mv}\right)^2$
73	falso
74	cierto
75	9
76	$\frac{3\sigma}{A}$
77	361
78	$\frac{4(Ec)^2}{\pi q^2}$
79	intensidad
80	cierto
81	$\frac{Qq}{mv^2}$

Número Guía	Respuestas
82	a,e
83	1.8×10^{-32}
84	$\frac{h^2}{2m\lambda}$
85	$E_t - w$
86	$\frac{N_a N \sigma}{A.}$
87	c
88	cierto
89	c
90	$hf - E_{c\ máx}$
91	2
92	más de 90°
93	3 veces
94	el número
95	3085 Å
96	falso
97	2
98	cierto
99	cierto
100	falso
101	3
102	b
103	2.7^2
104	$\frac{hc}{E_t}$
105	19^2
106	cierto
107	3
108	cierto
109	$hf - w$

Capítulo 13

TEORIA ATOMICA

13-1 En este cuadro, se mostrará que la resolución de un microscopio está limitada por el principio de incertidumbre. La posición de una partícula en un microscopio puede localizarse con un error de aproximadamente una longitud de onda de la luz utilizada. Así, la incertidumbre en [la posición ; el impulso ; la velocidad] es $\Delta x = \left[\lambda \; ; \frac{1}{\lambda} \right]$. **22** **102**

Para poder descubrir la partícula, cuando ésta debe dispersar o absorber cuando menos uno de los fotones del haz luminoso convergente. Por consiguiente, el impulso comunicado a la partícula puede ser hasta de $\left[hf \; ; \; \frac{hf}{c} \; ; \frac{hf}{c^2} \right]$ que también tiene el valor $\left[\frac{h}{\lambda} \; ; \; h\lambda \; ; \frac{h}{\lambda^2} ; \frac{hc}{\lambda} \right]$. La incertidumbre en el impulso de la partícula será de este orden de magnitud [*cierto* ; *falso*]. **40** **73** **56**

Por consiguiente $\Delta P \approx \left[h\lambda \; ; \frac{h\lambda}{c} \; ; \frac{h}{\lambda} \right]$. El producto de la expresión para Δx por la expresión para ΔP resulta (λ) veces (h/λ), o sea h. Se ve que este resultado concuerda con el principio de incertidumbre, el cual establece que $(\Delta x)(\Delta P) \approx h$. **93**

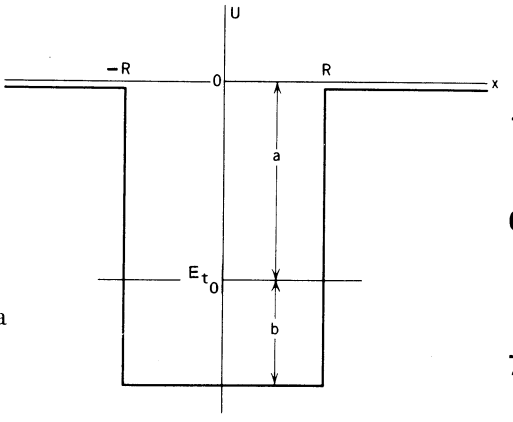
Pase al 13-3.

13-2 *(del 13.3)* La onda estacionaria más baja tiene _____ longitudes de onda entre los extremos de la caja, cuya distancia es $\left[\frac{1}{2} R \; ; R \; ; 2R \right]$. Por consiguiente **81** **47**

$\frac{1}{2} \lambda = 2R$ [*cierto* ; *falso*]. **12**

Pase al 13-5.

13-3 (*del 13-1*) La curva que está a la derecha representa la energía potencial de una caja de longitud_____. Si un electrón posee una energía total $(E_t)_0$, su energía cinética será [*a ; b ; $(a + b)$] . La magnitud de su energía potencial en el interior de la caja será [a ; b ; $(a + b)$].



1 69 75

Según la teoría ondulatoria de la materia, el electrón debe tener una longitud de onda $\lambda = \left[hp; \frac{h}{p}; \frac{p}{h} \right]$ en donde p es el impulso. 53

En términos de su energía cinética, la longitud de onda será $\lambda =$_____. 29

La onda estacionaria más baja posible en la caja tiene $\lambda_1 = \left[\frac{1}{2}R ; R ; 2R ; 4R \right]$ 17

Si es incorrecta, pase al 13-2; si es correcta, pase al 13-5.

13-4 (*del 13-14*) El estado $N=2$ puede tener $\ell=3$ [*cierto ; falso*]. 77

El estado $N=2$ puede tener $\ell=2$ [*cierto ; falso*]. 31

El estado $N=2$ puede tener $\ell=1$ y 0 [*cierto ; falso*]. 62

La onda $\ell = 0$ acepta_____ electrones. 67

La onda $\ell=1$ acepta_____ electrones. 11

La suma del número anterior de electrones es_____. 26

Pase al 13-15.

13-5 (*del 13-2 ó 13-3*) La onda estacionaria de orden N del cuadro anterior tendrá una longitud de onda $\lambda_N = \left[\frac{R}{2N} ; \frac{R}{N} ; \frac{2R}{N} ; \frac{4R}{N} \right]$. 4

Si es incorrecta, pase al 13-7; si es correcta, pase al 13-6.

13-6 (*del 13-5 ó 13-7*) Considérese un electrón que gira en una órbita circular, en torno de un núcleo de carga Ze. La energía cinética será _____ veces la magnitud de la energía potencial. **30**

Esto se puede ver fácilmente [*a*) empleando la conservación de la energía; *b*) empleando la conservación del impulso ; *c*) igualando la fuerza centrípeta a la fuerza electrostática] **6**

Por lo tanto, $\frac{mv^2}{R} = \frac{Ze^2}{R^2}$

Ahora multiplíquense ambos miembros por $\frac{R}{2}$. Así: $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}Ze^2/R$ que es _____ veces la energía potencial U. **44**

Pase al 13-10.

13-7 (*del 13-5*) Para la onda estacionaria de orden N, el número de semilongitudes de onda en una longitud L es _____. El número de longitudes de onda será _____. La longitud de onda será L dividida por este número, o sea $\lambda_N =$ _____. El valor de L es $\left[\frac{1}{2} ; 1 ; 2\right]$ veces el de R. **85** **36** **100** **70**

Pase al 13-6.

13-8 (*del 13-13*) El principio de Pauli dice que para cada una de las funciones de onda posibles del electrón orbital no puede haber más de _____ electron(es). **9**

Pase al 13-14.

13-9 (*del 13-10*) En este cuadro, se hará una deducción aproximada de las energías del átomo de hidrógeno usando la moderna teoría ondulatoria de la mecánica cuántica.

En el cuadro anterior, se vio que λ_N es aproximadamente igual a $\dfrac{h}{\sqrt{\dfrac{mZe^2}{R_N}}}$.

En el cuadro 13-5, se vio que $\lambda_N = \dfrac{4R}{N}$ para la onda estacionaria de orden N. Ahora iguale las dos expresiones para λ_N y resuelva para R_N. El resultado es:

(1) $(R_N)_{av} =$_____. **63**

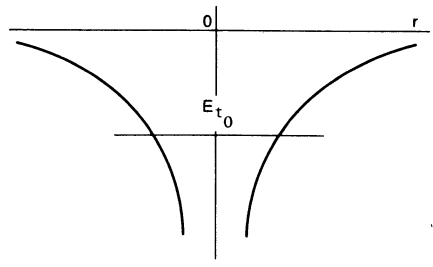
En el cuadro 13-6, se vio que $E_C = \frac{1}{2} Ze^2/R$ y $U = -Ze^2/R$; por consiguiente, $(E_t)_N = E_C + U$ es $(E_t)_N =$ -_____ Ze^2/R_N. **84**

Si se sustituye el miembro derecho de la ecuación 1), en el resultado anterior, se obtiene el resultado aproximado: $(E_t)_N =$ -_____ $\dfrac{Z^2 e^4 m}{h^2 N^2}$. **99**

La respuesta exacta podría obtenerse a partir de la ecuación de [Schroedinger ; Planck ; DeBroglie] . La respuesta exacta concuerda con la que obtuvimos hasta un factor de 2.5. **51**

Pase al 13-11.

13-10 (*del 13-6*) En este cuadro se hará una "derivación" aproximada del radio y la energía de un átomo de hidrógeno usando la moderna teoría ondulatoria para el electrón. En vez de hacer una gráfica de la energía potencial de una caja, se hará la gráfica de la energía potencial entre un electrón y un núcleo de carga Ze. Se calculará una longitud de onda promedio $\lambda_{prom.}$ y se hará la siguiente aproximación: $\frac{1}{2}\ \lambda_{prom.} =$ _____ veces el diámetro del átomo de hidrógeno. O bien, 1) $\lambda_{prom.} =$ _____ $R_{prom.}$ en donde $R_{prom.}$ es el radio promedio del átomo. [La longitud de onda ; la semilongitud de onda ; el radio ; el diámetro] promedio debe ser igual a $\frac{h}{\sqrt{2m(E_C)_{prom.}}}$.



Por consiguiente 2) $\lambda_{prom.} = \frac{h}{\sqrt{2m\,(E_C)_{prom.}}}$ [*cierto ; falso*].

La E_C promedio será $\frac{1}{2}$ la magnitud de la energía potencial promedio: $(E_C)_{prom.} =$ _____ $\frac{Ze^2}{R_{prom.}}$.

Substituyendo este resultado en el miembro [derecho ; izquierdo] de la ecuación [1; 2] se obtiene $\lambda_{prom.} =$ _____. Si ahora se iguala este resultado con el miembro derecho de [1; 2] y se resuelve para R, se obtiene el resultado: $R_{prom.} =$ _____.

Esto completa la deducción (con aproximaciones) del radio del átomo de hidrógeno usando la moderna teoría ondulatoria de la materia (también llamada mecánica cuántica). Adviértase que de la teoría de Bohr, se obtiene el resultado $R = \frac{h^2}{4\pi^2 mZe^2}$, que es bastante parecido al que aquí se obtiene.

2 15 49 20 8 63 74 23 101 45 88

Pase al 13-9.

13-11 (*del 13-9*) Ahora se hará la deducción, más antigua, del radio del átomo de hidrógeno empleando el modelo de Bohr, que es aproximadamente [5 ; 15 ; 30] **65** años más antiguo que la teoría ondulatoria usada en los cuadros anteriores.

El postulado de Bohr establece que, para una órbita circular, [el impulso **38** angular, la energía total, la E_c] que es $R_N mv$ sólo puede tener los valores $\frac{Nh}{2\pi}$; es decir $R_N mv = \frac{Nh}{2\pi}$.

(1) Resolviendo para v, se obtiene $v = \frac{Nh}{2\pi m R_N}$

La fuerza electrostática es _____. **54**

Igualando [el impulso angular ; la E_c ; la fuerza magnética ; la energía **91** total ; la fuerza centrípeta] a la fuerza electrostática, se obtiene

(2) $\frac{mv^2}{R_N} = \frac{Ze^2}{R_{N^2}}$

Sustituyendo el miembro derecho de la ecuación 1 en la ecuación 2 y resolviendo para R_N, se obtiene:

$R_N =$ _____ veces $\frac{h^2}{4\pi^2 Zme^2}$. **13**

Pase al 13-12 .

13-12 (*del 13-11*) Los niveles de energía para la teoría de Bohr se pueden obtener usando la ecuación $E_t = E_c + U$, en donde $E_c =$ _____ $\frac{Ze^2}{R}$ y $U = -\frac{Ze^2}{R}$. **21**

Por lo tanto, $(E_t)_N = -\frac{Ze^2}{2R_N}$.

Ahora se sustituye el resultado final del cuadro anterior en este resultado para obtener:

$(E_t)_N = -\frac{Ze^2}{2}$ por $\left(\frac{N^2 h^2}{4\pi^2 Zme^2}\right)$ a la _____ potencia. **78**

Esto es $(E_t)_N =$ _____ . **105**

El primero en calcular los niveles de energía de hidrógeno, en términos de e, h y m, fue _____. **94**

Pase al 13-13.

13-13 (*del 13-12*) Algunas de las nubes electrónicas que pueden existir en torno de un protón, pueden tener movimiento circular alrededor de un eje que pase a través del protón. Este movimiento circular, o impulso angular, debe ser tal, que el número de longitudes de onda en torno del círculo sea un entero. Vemos que la condición para ondas estacionarias cuantiza, tanto el impulso angular, como la energía. El resultado es que el impulso angular sólo puede ser $\frac{\ell h}{2\pi}$ en donde ℓ puede ser cualquier entero entre 0 y $(N-1)$. En estas ondas estacionarias tridimensionales, existe un tercer y último número cuántico, $m\ell$, el cual puede tener valores enteros que van desde _____ a $+\ell$. Por lo tanto, para un valor dado de ℓ, existirán _____ valores diferentes posibles de $m\ell$.

104

64

$m\ell$ puede ser cero [*cierto ; falso*]. $m\ell$ puede tener el valor $(N-1)$ [*cierto ; falso*]. $m\ell$ puede tener el valor N [*cierto , falso*].

90

42

61

Pase al 13-8.

13-14 (*del 13-8*) Para cada combinación determinada de N, ℓ y m podrá existir un máximo de _____ electrones.

28

Para cada combinación de N y ℓ, puede haber un total de _____ electrones (contando todos los estados posibles de $m\ell$). Para la combinación $N = 3, \ell = 2$, puede haber un máximo de [2 ; 4 ; 5 ; 8 ; 6 ; 10 ; 12] electrones.

50

59

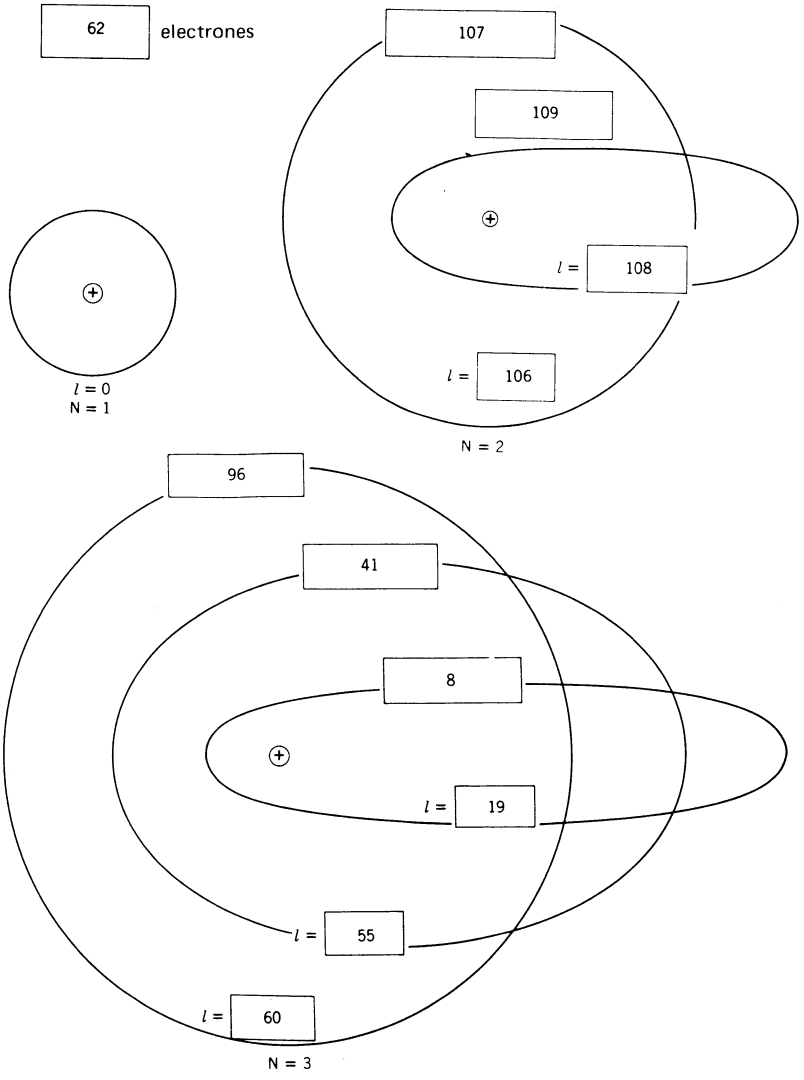
Si se cuentan todas las posibilidades de ℓ y $m\ell$, en los estados de $N = 2$, puede haber un máximo de [2 ; 4 ; 6 ; 8 ; 10 ; 12] electrones.

87

Si es incorrecta, pase al 13-14; si es correcta, pase al 13-15.

13-15 (*del 13-4 ó 13-14*) Posteriormente, Bohr modificó su teoría para incluir el número cuántico ℓ. Imaginó las órbitas con diferente ℓ, o impulso angular, como elipses de diferente excentricidad. Una órbita larga y delgada tendrá un impulso angular [mayor ; menor] que un círculo del mismo diámetro. **89**

Las órbitas de ℓ máxima ($\ell = N-1$) se representan como círculos llenos. Las figuras de abajo son las elipses de Bohr, hasta $N = 3$. En cada elipse, hay un espacio en el que se debe indicar el número máximo de electrones permitidos en esa órbita. Asegúrese de marcar cada espacio.



62
107
109
108
106
96
41
8
19
55
60

Pase al 13-16.

13-16 *(del 13-15)* Considere dos órbitas de diferente ℓ, pero de igual N. La órbita, o nube electrónica, de [mayor ; menor] ℓ se aproximará más el núcleo. Para la misma N, los electrones de [mayor ; menor] ℓ estarán más fuertemente ligados. Los electrones tienden a "caer" en aquellas órbitas que están [más ; menos] fuertemente ligadas.

43 66 3

Pase al 13-17.

13-17 *(del 13-16)* La energía de amarre de un electrón exterior es la energía necesaria para [a) extraer al electrón del átomo; b) traer al electrón desde el infinito hasta el átomo]. En el modelo de Bohr, del átomo de hidrógeno, la E_C del electrón es _____ veces 13.6 ev. La energía potencial es $\left[\frac{1}{2}\ ;1\ ;\ 1\frac{1}{2};\ 2\right]$ veces [13.6 ; − 13.6] ev.

58 80 39 16

La energía total $(E_C + U)$ es _____ ev.

71

La energía de amarre es _____ ev.

92

Si el electrón en el átomo de hidrógeno estuviera en reposo, pero a una distancia $R = \frac{h^2}{4\pi^2 me^2}$, la energía necesaria para extraerlo del átomo sería _____ veces [13.6 ; −13.6] ev. y la energía de amarre sería entonces _____ veces [13.6 ; −13.6] ev.

72 48 79 33

Pase al 13-18.

13-18 *(del 13-17)* En la tabla periódica, se observa que existe una inversión o retroceso, en el orden entre el nivel $N=3, \ell=2$ y el nivel $N=$ _____ $\ell=$ _____. Esto ocurría para $Z =$ _____.

10 52 86

Pase al 13-23 .

13-19 *(del 13-21)* Si depende de los valores de ℓ, un estado $N=4$ puede estar más fuertemente ligado que un estado $N=3$ [*cierto ; falso*] Un diagrama de niveles de energía para el potasio se vería como la Fig. [A ; B] **98** **82**

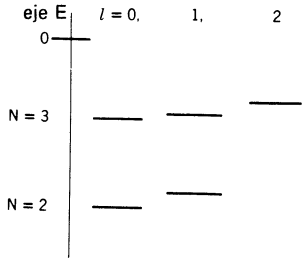


Fig. A

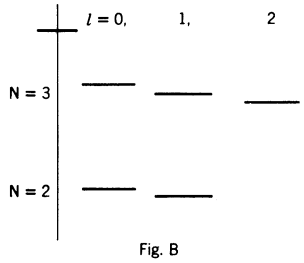
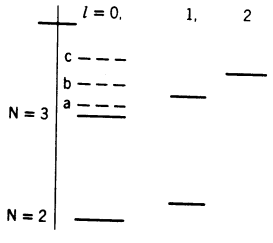


Fig. B

El nivel $N=4$, $\ell=0$ estaría en la posición [*a* ; *b* ; *c*] **25**



El nivel $N=4;\ell=0$ debe estar más [bajo ; alto] que el nivel $N=3, \ell=2$. **32**

Pase al 13-24.

13-20 *(del 13-22)* Excepto para $\ell=0$, la intensidad en el centro de todas las nubes electrónicas, es cero [*cierto ; falso*]. La combinación [3 , 1 ; 3, 2 ; ó 4, 0] de N y ℓ, tiene la densidad máxima en la posición del núcleo. **5** **37**

Pase al 13-21.

13-21 (*del 13-20*) En este cuadro, se estudiará, con mayor detalle, la razón para la inversión de niveles en $Z=19$ (potasio). El potasio tiene _____ electrón(es) exteriores. Suponga que cuando este electrón se encuentra en el estado $N=3$, $\ell=2$, nunca penetra en alguna de las nubes electrónicas internas. Entonces, la Z_{ef} para este electrón sería _____ . La energía de amarre para este electrón sería 13.6 ev veces $\frac{Z^2_{ef}}{N^2}$, que tendría el valor _____ .

46 68 24

Suponga que cuando el electrón exterior del potasio se encuentra en el estado $N=4$, $\ell=0$, el 10°/o de su nube se encuentra muy cerca del núcleo en donde "ve" una Z igual a 19. Suponga que el 90°/o del tiempo restante se encuentra fuera de todas las otras nubes electrónicas. Por lo tanto, la Z_{ef} promedio para este electrón externo de $N = 4$ será [1 ; 2.8 ; 9.5 ; 19] y tendrá una $\frac{Z^2\ ef}{N^2}$ [mayor ; menor ; igual] que la que tendría en el estado $N = 3$, $\ell = 2$.

14 57

Pase al 13-19.

13-22 (*del 13-23*) Una nube electrónica con $\ell=0$, siempre es más densa en la posición del núcleo [*cierto ; falso*]. Una nube con $\ell=1$, siempre es más densa en la posición del núcleo [*cierto ; falso*].

95 27

Pase al 13-20.

13-23 (*del 13-18*) El electrón exterior del litio tiene una energía de amarre de $E_t = -13.6\frac{Z^2_{ef}}{N^2}$ que se ha determinado y tiene el valor 4.5 ev. En esta fórmula $N=$ _____ . Si se resuelve para Z_{ef} se encuentra el valor _____ .Si la nube electrónica exterior del litio nunca penetrara en la nube interna, la Z_{ef} sería _____ .

35 18 83

Pase al 13-22 .

13.24 *(del 13-19)* Cuestionario de repaso:

1. ¿Cuántos electrones con $\ell=0$ puede haber en el argón? _____ **7**
2. ¿Cuántos electrones con $\ell=1$ puede haber en el argón? _____ **76**
3. El número total de electrones que puede llenar la N-ésima capa de energía es $2N^2$ ¿cierto o falso? (Pruebe esta fórmula para $N=1$, 2, 3 y 4) _____ . **34**
4. ¿Cuántos electrones caben en $N=4, \ell=3$? (Estos átomos se conocen por el nombre de tierras raras.) _____ . **103**
5. ¿Cuál es la relación entre la energía cinética y potencial en el modelo de Bohr?

$$\frac{Ec}{U} = \text{\_\_\_\_\_} .$$ **97**

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuestas
1	$2R$
2	1
3	más
4	$\frac{4R}{N}$
5	cierto
6	c)
7	6
8	2
9	2
10	4
11	6
12	cierto
13	N^2
14	2.8
15	4
16	−13.6
17	$4R$
18	1.25
19	cero
20	cierto
21	$\frac{1}{2}$
22	la posición
23	2
24	$\frac{1}{9}$
25	b
26	8
27	falso
28	2
29	$\frac{h}{\sqrt{2mE_c}}$
30	$\frac{1}{2}$
31	falso
32	bajo
33	13.6
34	cierto
35	2
36	$\frac{1}{2}N$
37	4,0
38	el impulso angular
39	2
40	$\frac{hf}{c}$
41	6
42	cierto
43	menor
44	$-\frac{1}{2}$
45	1
46	1
47	$2R$
48	13.6
49	la longitud de onda
50	$2(2l+1)$
51	Schroedinger
52	cero
53	$\frac{h}{p}$
54	$\frac{Ze^2}{R^2}$
55	1
56	cierto
57	mayor
58	a)
59	10
60	2
61	falso
62	2
63	$\frac{N^2h^2}{16mZe^2}$
64	$2l+1$
65	15
66	menor
67	2

Número Guía	Respuestas	Número Guía	Respuestas
68	1	93	$\frac{h}{\lambda}$
69	b		
70	2	94	Bohr
71	-13.6	95	cierto
72	2	96	10
73	$\frac{h}{\lambda}$	97	$-\frac{1}{2}$
74	derecho	98	cierto
75	$(a+b)$	99	8
76	12	100	$\frac{2L}{N}$
77	falso		
78	-1		
79	2	101	$\frac{h}{\sqrt{mZe^2}}$ R_{prom}
80	1		
81	0.5		
82	A		
83	1	102	λ
84	$\frac{1}{2}$	103	14
		104	$-l$
85	N		
86	19	105	$-\frac{2\pi^2 mZ^2 e^4}{N^2 h^2}$
87	8		
88	$\frac{h}{16mZe^2}$	106	1
		107	6
89	menor	108	0
90	cierto	109	2
91	la fuerza centrípeta	110	$\frac{1}{2}$
92	13.6		

Capítulo 14

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

14-1 Cuando se unen un electrón y un protón se [liberan ; gastan] 13.6 ev de energía. **10**

Pase al 14-2.

14-2 *(del 14-1)* Dos protones y dos electrones pueden unirse para formar una molécula de hidrógeno. Si estas cuatro partículas están separadas entre sí por una distancia muy grande, cuando se junten para formar una molécula de hidrógeno, liberarán [4.48 ; 13.6 ; 2 × 13.6 ; (2 × 13.6 − 4.48) ; (2 × 13.6 + 4.48)] ev. **36**

Pase al 14-3.

14-3 *(del 14-2)* Un átomo de hidrógeno en movimiento podrá convertir, en una colisión, parte de su energía cinética en energía de ionización.

Suponga que un átomo de hidrógeno que tiene $E_c = 15$ ev choca con un átomo estacionario; durante la colisión, el átomo de hidrógeno se vuelve ionizado; entonces, la energía cinética restante del átomo de hidrógeno ionizado más la energía transferida al átomo con el cual chocó, será [(15 − 13.6) ; 13.6 ; 15] ev. **37**

Pase al 14-4.

14-4 *(del 14-3)* En el gas de hidrógeno (H_2) la energía cinética liberada en una colisión puede usarse para convertir hidrógeno molecular en hidrógeno atómico. En tal caso, la energía cinética inicial tendría que ser mayor que [4.48 ; 13.6 ; 13.6 + 4.48] ev. Las moléculas de hidrógeno a una temperatura aproximada de [300 ; 3000 ; 30,000] °K, tendrán energía cinética promedio próxima a estas cantidades. **68** **5**

Pase al 14-15.

14-5 *(del 14-18)* Dos moles de hidrógeno atómico liberarán aproximadamente [3,200 ; 4.3×10^{12} ; $4.48 N_0$] ergs de calor cuando se combinen para formar _____ moles de hidrógeno molecular. **40** **48**

Si es incorrecta, pase al 14-14 ; si es correcta, pase al 14-6.

14-6 *(del 14-5 ó 14-14)* En todos los cristales covalentes, los electrones exteriores serán electrones de conducción "libres" [*cierto* ; *falso*]. Todos los cristales covalentes son aislantes [*cierto* ; *falso*]. El amarre metálico es [covalente ; iónico]. **19** **78** **21**

Pase al 14-7.

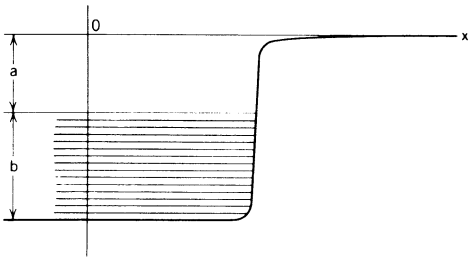
14-7 *(del 14-6)* El término energía de Fermi suele significar la energía [potencial; potencial menos cinética ; cinética promedio ; cinética máxima] de los electrones de conducción dentro de un metal. **57**

Pase al 14-9.

14-8 *(del 14-17 ó 14-22)* Al abandonar la superficie de un metal, la energía cinética de un electrón disminuye en una cantidad igual a la función de trabajo [*cierto* ; *falso*]. La energía cinética adicional necesaria para que un electrón abandone el metal, es la función de trabajo [*cierto* ; *falso*]. **49** **77**

Pase al 14-12.

14-9 *(del 14-7)* En este diagrama, la energía de Fermi es [a ; b ; $a + b$].



17

La función de trabajo es [a ; b ; $a + b$]. 39

Suponga que un electrón, en el nivel de energía superior, recibe una energía adicional de $4kT$ en una colisión térmica. Ahora la energía necesaria para arrancar a este electrón del metal es_____. La cual es [mayor ; menor] que la función de trabajo. 54 26

Sólo cuando el metal está en cero absoluto, la función de trabajo es la energía mínima necesaria para arrancar a un electrón [*cierto* ; *falso*]. En el cero absoluto, todos los niveles de energía posibles inferiores al nivel de Fermi estarán ocupados [*cierto* ; *falso*]. 71 46

Pase al 14-17.

14-10 *(del 14-16 ó 14-23)* Cuando a un semiconductor completamente puro se le enfría hasta el cero absoluto, su resistencia eléctrica [aumenta hasta un límite finito ; disminuye hasta un límite ; aumenta a infinito ; disminuye a cero]. 80

Pase al 14-24.

14-11 *(del 14-20)* El potencial de contacto entre dos metales diferentes es igual a la diferencia entre sus [energías de Fermi ; funciones de trabajo ; energías potenciales]. 2

Pase al 14-25.

14-12 *(del 14-8)* Un electrón fuera de la superficie de un metal tiene $E_c = 0$. Su energía mecánica total ($E_c + U$) es cero [*cierto* ; *falso*]. El núcleo atómico positivo del metal, atrae al electrón [*cierto* ; *falso*]. Suponga que esta fuerza de atracción le comunica al electrón 5 ev de energía cinética, cuando penetra en el metal. La suma ($E_c + U$) dentro del metal será_____ev. 50 4 43

Si es incorrecta, pase al 14-21 ; si es correcta, pase al 14-13.

14-13 *(del 14-2 ó 14-21)* Dentro de este metal $U = -5$ ev. Si la energía de Fermi de este metal es 3 ev, la energía mínima necesaria para arrancar de la superficie a un electrón de conducción será _____ ev. Por lo tanto, la función de trabajo será _____ ev. Observe que existe una relación simple entre la función de trabajo W, la energía potencial U y la energía cinética máxima E_{c0} de los electrones de conducción. Esta relación es $-U =$ _____, donde U es un número [positivo ; negativo]. En el efecto fotoeléctrico, la energía cinética máxima de los electrones emitidos está relacionada con la función de trabajo por la ecuación $W =$ [$E_{cmáx} - hf$; $hf - E_{cmáx}$; $E_{cmáx}$].

42 11 23 55 64

Pase al 14-16.

14-14 *(del 14-5)* En la formación de cada molécula de H_2 se libera $\left[4.48 \times 1.6 \times 10^{-12} \text{ ; } \frac{1.6 \times 10^{-12}}{4.48} \text{ ; } 4.48 \right]$ ergs de energía. La formación de un mol de H_2 liberará $\left[\frac{1}{2} \text{ ; } 1 \text{ ; } 2 \right] \times 6.02 \times 10^{23}$ veces más energía. Para transformarlo en calorías se [multiplica por ; divide por] 4.18×10^7.

73 14 30

Pase al 14-6.

14-15 *(del 14-4)* A una temperatura T, las moléculas de hidrógeno tendrán una energía cinética promedio por molécula igual a [$\sqrt{kT}$; $N_0 kT$; ninguna de las dos].

53

Pase al 14-18.

14-16 *(del 14-13)* Si a un cristal metálico se le comprime un 1% en sus tres direcciones, su volumen se reducirá _____ %.

9

Por lo tanto, la longitud de onda de cada uno de los electrones de conducción en el cristal [aumentará ; disminuirá] en _____ %.

69 16

El impulso de cada uno de los electrones de conducción [aumentará ; disminuirá] en _____ %. La energía de Fermi correspondiente [aumentará ; disminuirá] en _____ %.

35 47 76 55

Si es incorrecta, pase al 14-23 ; si es correcta, pase al 14-10.

14-17 *(del 14-9)* Según la teoría de los metales, los electrones de conducción tienen energía cinética mientras se encuentren en el metal. Para cierto metal, la energía de Fermi es 3 ev; pero esos electrones necesitarían 2 ev adicionales con el objeto de que abandonen la superficie del metal. La función de trabajo de este metal es_____ev. Los electrones que tengan una energía cinética total de_____ev, lograrán apenas salir del metal y perderán_____ev de energía cinética en este proceso. Suponga que uno de estos electrones con 3 ev absorbe un fotón de 4 ev. La energía cinética de este electrón, antes de abandonar la superficie, será_____ev; después de dejar la superficie, su energía cinética será_____ev menos o $E_{C\,final}$=_____ev. **13** **1** **52** **61** **67** **44**

Si es incorrecto, pase al 14-22 ; si es correcto, pase al 14-8.

14-18 *(del 14-15)* En el gas H_2, la energía cinética promedio por [molécula ; átomo] será _____kT. A temperatura ambiente ($T = 300°K$), $kT = 2.5 \times$ [10^{-12} ; 10^{-2} ; 10^{2}] ev. **7** **51** **32**

Pase al 14-5.

14-19 *(del 14-25)* Mientras está dentro de la barrera, la función de ondas se [alejará ; acercará] al eje x. **33**

Pase al 14-27.

14-20 *(del 14-24)* Antes de que se unan dos metales, la diferencia de altura entre sus niveles de Fermi, es igual a la diferencia entre sus [energías de Fermi ; funciones de trabajo ; energías potenciales]. **34**

Pase al 14-11.

14-21 En este sistema cerrado de electrones más metal, se conservará la energía mecánica (suponiendo que no hay fricción) [*cierto* ; *falso*]. Hasta que este electrón choque con otros electrones, la cantidad $E_C + U$ será cero sin importar que esté dentro o fuera del metal. Dentro de él, la $E_C = 5$ ev y $U =$ [-5 ; 0 ; 5] ev.

(del 14-12)

38

15

Pase al 14-13.

14-22 En el problema anterior, un electrón superficial absorbe un fotón de energía $hf = 4$ ev.

Si la función de trabajo es $W = 2$ ev, la energía cinética restante, después de abandonar el metal, será [$W - hf$; $hf - W$; $hf + W$] la cual es_____ev.

(del 14-17)

6

29

Pase al 14-8.

14-23 La energía de Fermi es la energía [cinética ; potencial] de los electrones de conducción. La energía cinética es proporcional [a la primera potencia ; al cuadrado ; al cubo] del impulso.

$(1.01)^2 = 1.02$ [*cierto* ; *falso*]. 1.02 es un aumento del_____% del valor 1.00.

(del 14-16)

79

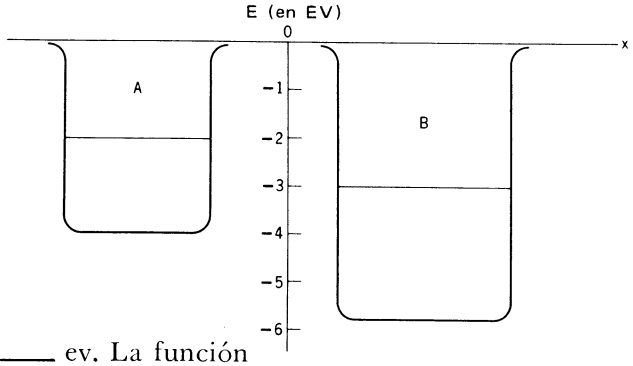
65

24

8

Pase al 14-10.

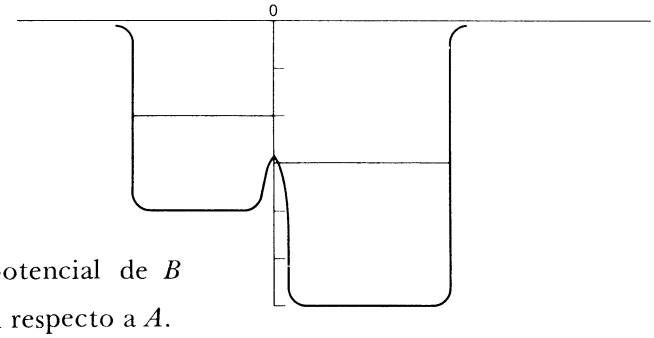
14-24 *(del 14-10)* Se ponen en contacto dos metales diferentes A y B. En la primera figura, se muestran los niveles de energía ocupados de los electrones de conducción. La función de trabajo de A es _____ ev. La función de trabajo de B es _____ ev.



74
45

La segunda figura, muestra la situación cuando los metales se acaban de poner en contacto. En este instante habrá un flujo neto de electrones de [A a B ; B a A ; ninguno de los dos]. Entonces, el metal B adquirirá una carga [positiva ; negativa ; ninguna de las dos]. En un diagrama de energía potencial, la curva de la energía potencial de B [subirá ; bajará] con respecto a A.

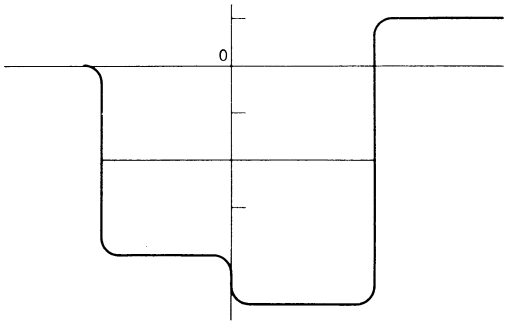
3



59
28

(Recuerde que estas curvas representan la energía potencial de un electrón). El número de electrones que se mueven de A a B y son necesarios para cambiar el potencial del metal B, en un volt, llega a ser mucho menor que 1% del número total de electrones de conducción.

Después de que se alcanza el equilibrio, el diagrama de energía potencial será como sigue:

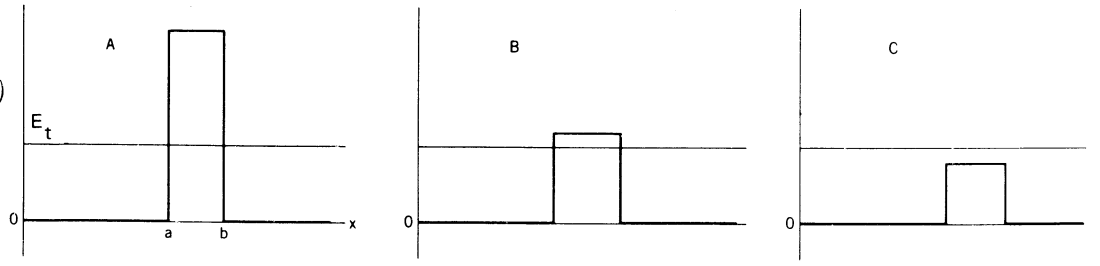


La diferencia de potencial entre A y B sería _____ volt con [A ; B] más negativo. Cuando se ponen en contacto dos metales diferentes, se forma entre ellos una diferencia de potencial o potencial de contacto [*cierto* ; *falso*].

12
41
18

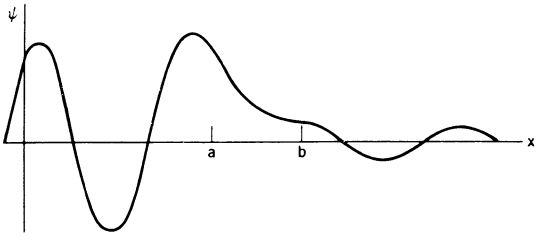
Pase al 14-20.

14-25 *(del 14-11)*



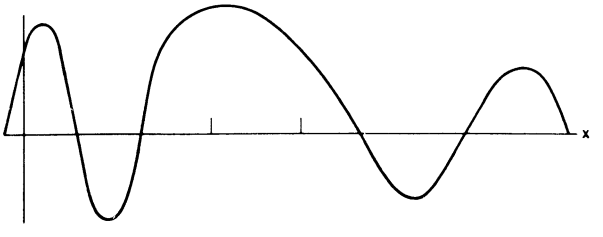
Considere una partícula que viaja de izquierda a derecha, con energía E_{t0}. Esta partícula encontrará una barrera de potencial que puede ser *A*, *B* o *C*.

Si la función de ondas de la partícula es como la que se muestra a la derecha, habrá encontrado la barrera [*A* ; *B* ; *C*].



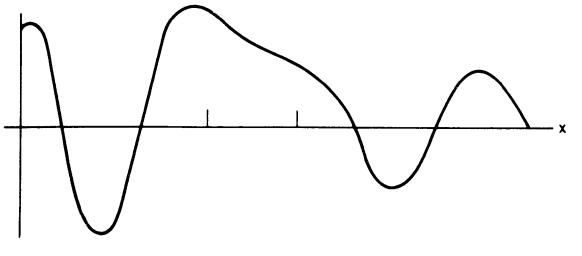
22

Si la función de ondas de la partícula es como la que se muestra a la derecha, habrá encontrado la barrera [*A* ; *B* ; *C*].



72

Si la función de ondas de la partícula es como la que se muestra a la derecha, habrá encontrado la barrera [*A* ; *B* ; *C*].



58

Pase al 14-19.

14-26 *(del 14-27)* Cuando un electrón penetra la superficie de un metal, gana 9 ev de energía cinética. Para este metal [*a*) la energía de Fermi ; *b*) la profundidad del pozo de potencial ; *c*) la función de trabajo] es 9 ev. **66**

Pase al 14-28.

14-27 *(del 14-19)* Mientras esté dentro de la barrera, la función de onda decae exponencialmente. Esto significa que si ψ decae por un factor f en una distancia Δx, en el segundo intervalo Δx decaerá por otro factor f, y así sucesivamente. Considere que, para una barrera de un cm de longitud, la probabilidad de penetración es $\frac{1}{16}$.

La relación de $\frac{\psi_{\text{fuera}}}{\psi_{\text{dentro}}}$ =_____. Suponga que la barrera se incrementa 2 cm **62**
de longitud. Entonces la probabilidad de penetración de la barrera será _____ **20**
y la relación $\frac{\psi_{\text{fuera}}}{\psi_{\text{dentro}}}$ será_____. Si la barrera se incrementa 3 cm de **31**
longitud, $\frac{\psi_{\text{fuera}}}{\psi_{\text{dentro}}}$ será_____. **75**

Pase al 14-26.

14-28 *(del 14-26)* Cuestionario de repaso:

1. Un metal determinado, tiene una función de trabajo de 3 ev y una energía de Fermi máxima de 5 ev. ¿Cuál es la profundidad del pozo de potencial?

_____ **27**

2. En un metal a temperatura ambiente, existirán algunos niveles de energía desocupados por debajo del nivel de Fermi. ¿Cierto o falso?

_____ **60**

3. Escriba una fórmula para la energía cinética de un electrón, en términos de su longitud de onda.

E_c =_____ **70**

4. Dos metales diferentes, cuyos pozos de potencia son idénticos, tienen en sus niveles de Fermi una diferencia de 2 ev. ¿Cuál será el potencial de contacto entre estos dos metales? _____ **25**

5. ¿En el problema anterior, el metal con el nivel de Fermi más bajo será positivo o negativo con respecto al otro? _____ **63**

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuestas
1	5
2	funciones de trabajo
3	A a B
4	cierto
5	30,000
6	$hf - W$
7	molécula
8	2
9	3
10	liberan
11	2
12	1
13	2
14	1
15	-5
16	1
17	b
18	cierto
19	falso
20	$\frac{1}{256}$
21	covalente
22	A
23	$E_{c_0} + W$
24	cierto
25	2 ev
26	menor
27	8 ev
28	subirá
29	2
30	divide por
31	$\frac{1}{16}$
32	10^{-2}
33	alejará
34	funciones de trabajo
35	aumentará
36	$2 \times 13.6 + 4.48$
37	$15 - 13.6$
38	cierto
39	a
40	4.3×10^{12}
41	B
42	2
43	cero
44	2
45	3
46	cierto
47	1
48	1
49	falso
50	cierto
51	$\frac{3}{2}$
52	5
53	ninguna de las dos
54	$a - 4kT$
55	2
56	negativo
57	cinética máxima
58	B
59	negativa
60	cierto
61	7
62	$\frac{1}{4}$
63	negativo
64	$hf - E_{c\text{-}máx}$
65	al cuadrado
66	b)
67	5
68	4.48
69	disminuirá
70	$\frac{-h^2}{2m\lambda^2}$
71	cierto
72	C
73	$4.48 \times 1.6 \times 10^{-12}$
74	2
75	$\frac{1}{64}$
76	aumentará
77	cierto
78	falso
80	cinética aumenta a infinito

Capítulo 15

FISICA NUCLEAR

15-1 Es una buena proximación decir que el peso atómico de un isótopo de número de masa A es $\left[A \ ; \ \frac{1}{2}A \ ; \ AN_0 \right]$. **3**

Si un elemento se compone de partes iguales de dos isótopos, uno con $A = 30$, y el otro con $A = 28$, el peso atómico de este elemento será aproximadamente_____. **15**

La masa de cualquier núcleo (excepto el del hidrógeno) será [mayor que ; menor que ; igual a] AM_p, en donde M_p es la masa del protón. **32**

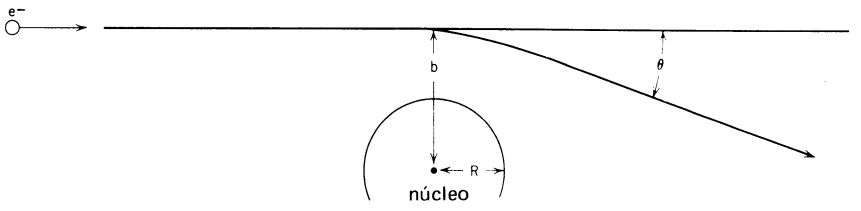
Si M_a es la masa de un núcleo con número de masa igual a A, la diferencia fraccional $\frac{AM_p - M_A}{M_A}$ es mayor para el [H ; He ; C ; Fe ; Pb ; U]. **50**

Pase al 15-3.

15-2 *(del 15-6)* En cualquier colisión, la probabilidad de escape es $\frac{\psi_{\text{fuera}}}{\psi_{\text{dentro}}}$ [*cierto* ; *falso*]. **41**

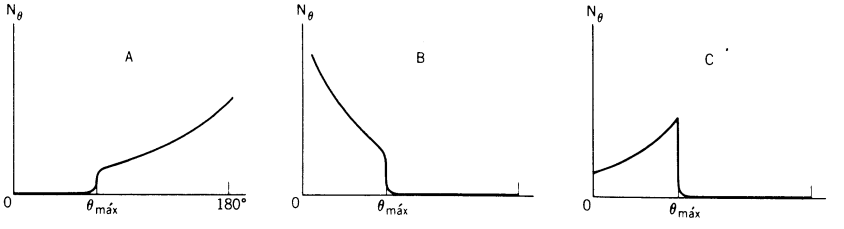
Si es incorrecta, pase al 15-4 ; si es correcta, pase al 15-8.

15-3 *(del 15-1)*



En este cuadro, se mostrará cómo se puede determinar el radio de un núcleo atómico mediante la dispersión de electrones de alta energía por una hoja delgada. En la figura, se puede ver que un electrón con cierto parámetro de impacto b se dispersará a un ángulo θ. El ángulo θ tiene una relación simple con b, que se puede obtener a partir de la ley de Coulomb. A medida que, disminuye b, θ [aumenta ; disminuye]. Dentro del núcleo, el campo eléctrico será más [fuerte ; débil] que en la superficie del núcleo. El ángulo de dispersión máximo $\theta_{máx}$ corresponde a $b =$ [R ; $2R$; 1.2×10^{-13} cm]. Se puede mostrar que la relación entre b y θ, para electrones de alta energía, es $b = \dfrac{Ze^2}{E_t \tan\frac{1}{2}\theta}$, donde E_t es la energía del electrón. Sea N_θ el número de electrones dispersados a un ángulo mayor que θ. Al graficarse contra θ, tomaría la forma _____.

73 48 59 12



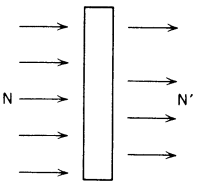
Pase al 15-7.

15-4 *(del 15-2)* En cualquier colisión, la probabilidad de escape es: $\dfrac{\psi_{\text{fuera}}}{\psi_{\text{dentro}}}$ [*cierto* ; *falso*].

1

Pase al 15-8.

15-5 *(del 15-7)* Otro método para determinar el tamaño del núcleo, consiste en lanzar neutrones contra átomos. Si el neutrón le pega a un núcleo de sección transversal σ, interaccionará con él y desaparecerá del haz. Sean N_a el número de átomos en una hoja de cobre y a el área de la misma. Entonces, la probabilidad de que un neutrón no atraviese la hoja es _____, en donde N es el número de neutrones que inciden sobre la hoja. El número de neutrones que se pierden del haz es $N - N' =$ _____. Para σ, se encuentra $\sigma =$ _____. El número de átomos en la hoja es $\left[\frac{M}{A}\ ;\ \frac{A}{M}\ ;\ AM\right]$ por N_0 (número de Avogadro,) en donde M es la masa de la hoja y A es el [número atómico ; número de masa]. Experimentalmente, se encuentra $\sigma = 0.5 \times 10^{-24}\text{cm}^2$ para el cobre. El radio correspondiente será $R =$ _____.



7
46
18
27
33
75

Pase al 15-6.

15-6 *(del 15-5)* Una barrera de potencial impide que una partícula alfa escape de un núcleo. Suponga que, para un isótopo determinado, la partícula alfa escapa después de sufrir, en promedio, 10^{20} colisiones. La probabilidad de que escape durante las 10^{10} colisiones será la mitad de la probabilidad de que escape después de 10^{20} colisiones [*cierto* ; *falso*]. La probabilidad de que la partícula escape en las 10^{20} colisiones, será igual a la probabilidad de que escape en la primera colisión [*cierto* ; *falso*]. La probabilidad de escapar en una cualquiera de las colisiones es igual a la probabilidad de escapar en la primera colisión [*cierto* ; *falso*].

La mitad de 10^{20} es 10^{10} [*cierto* ; *falso*].

82
54
23
10

Pase al 15-2.

15-7 *(del 15-3)* Un haz electrónico de 100 Mev se lanza contra una hoja de cobre ($Z = 29$). Se observan dispersiones hasta de 16°. Con estos datos, se puede determinar el radio del núcleo de cobre [*cierto* ; *falso*]. El radio se encuentra a partir de la fórmula $R = \frac{Ze^2}{E_t \tan 8^\circ}$ [*cierto* ; *falso*].

2 9

La energía del electrón E_t es _____ ergs. 39

El resultado final, usando $\tan 8^\circ = 0.14$, será $R =$ _____ cm. 13

Pase al 15-5.

15-8 *(del 15-2 ó 15-4)* En el decaimiento radiactivo, si se duplica la probabilidad de decaimiento por unidad de tiempo, la vida media se duplicará [*cierto* ; *falso*]. 91

Pase al 15-9.

15-9 *(del 15-8)* Se produce un isótopo radiactivo con una vida media de un año. Considere un núcleo particular que durante el primer año no se desintegra. La probabilidad de que este núcleo se desintegre en algún momento del segundo año es_____. 55

Si este núcleo particular sobrevive los dos primeros años sin desintegrarse, la probabilidad de que se desintegre en algún momento del tercer año es_____. 14

Pase al 15-11.

15-10 El Pu^{239} tiene menos masa que el U^{239} [*cierto* ; *falso*]. 22

(del 15-11) El U^{239} tiene menos masa que el U^{238} más un neutrón libre [*cierto* ; *falso*]. 62

Pase al 15-19.

15-11 *(del 15-9)* Se prepara una muestra radiactiva con una vida media de un año. La fracción de núcleos que sobreviven al primer año es_____. La fracción que sobrevive los dos primeros años será_____. Sea N_0 el número inicial de núcleos radiactivos, N' el número que resta después de los primeros seis meses y N'' después de un año. La fracción que se desintegra en cada período de 6 meses es siempre la misma [*cierto* ; *falso*]. Entonces, $\frac{N''}{N'} = \frac{N'}{N_0}$ o $N'^2 = N'' N_0$ [*cierto* ; *falso*].

71 40 57 76

La fracción que se desintegra en un año es $\frac{N''}{N_0}$, que es igual a_____. Ahora se tienen dos ecuaciones simultáneas que se pueden resolver para N''. Se obtiene entonces la relación; $\frac{1}{2}N_0^2 =$ [$(N')^2$; N' ; $\sqrt{N'}$]. El resultado final es $N' \approx$_____% de N_0.

16 30 44

El número de átomos que sobreviven los 4 primeros meses será [$\sqrt[4]{\frac{1}{2}}$; $\sqrt[3]{\frac{1}{2}}$; $\frac{1}{2}$; $\frac{1}{3}$; $\sqrt{\frac{1}{3}}$; ninguno de éstos] veces N_0.

5

El número de átomos que sobreviven los 3 primeros meses será N_0 dividido por [2 ; 3 ; 4 ; $2\frac{1}{2}$; $2\frac{1}{3}$; $2\frac{1}{4}$].

21

Pase al 15-10.

15-12 *(del 15-17)* La diferencia entre la energía de amarre por nucleón, entre el He^4 y el Li^6, es 1.9 Mev/nucleón [*cierto* ; *falso*]. La energía en reposo por nucleón es Mc^2, que es aproximadamente [100 ; 200 ; 930 ; 1830] Mev. La relación de los dos números anteriores será la energía fraccional desprendida por nucleón [*cierto* ; *falso*]. La relación es_____%.

66 84 19 63

Pase al 15-18.

15-13 *(del 15-19)* La longitud de onda del neutrón ligado al protón en el núcleo de deuterio, queda aproximadamente expresada por $\left[\frac{1}{4}\lambda\ ;\ \frac{1}{2}\lambda\ ;\ \lambda\right] = R$, en donde R es el radio del pozo de potencial. Por consiguiente, $\lambda =$ [1 ; 2.5 ; 5 ; 10] $\times 10^{-13}$ cm. El impulso efectivo del neutrón ligado al deuterón puede obtenerse de la relación $P = \frac{h}{\lambda}$ [*cierto* ; *falso*]. La energía cinética correspondiente sería $\frac{P^2}{2M}$ [*cierto* ; *falso*]. La magnitud de la profundidad del pozo de potencial será su energía cinética [más ; menos] la energía de amarre medida.

Esta fue la forma en que se determinó en un principio la fuerza entre el neutrón y el protón [*cierto* ; *falso*].

4 70 38 11 81 64

Pase al 15-14.

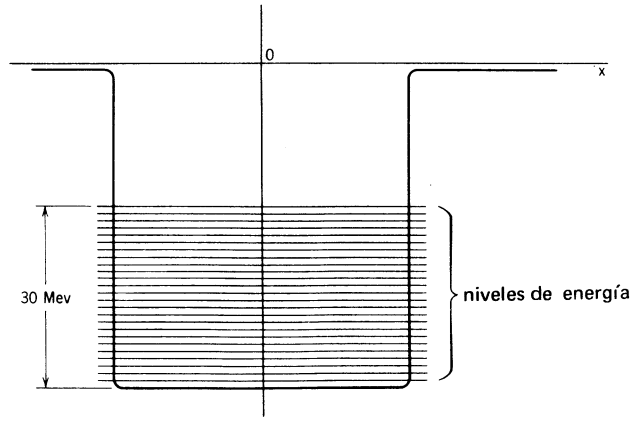
15-14 *(del 15-13)* El pozo de potencial anterior puede contener [0 ; 1 ; 2 ; 3] onda(s) estacionaria(s). Si se hiciera al pozo más profundo, podría contener más ondas estacionarias [*cierto* ; *falso*]. Si se mantuviera la profundidad del pozo, pero se aumentara el radio R, el pozo podría contener más ondas estacionarias [*cierto* ; *falso*]. El pozo de potencial correspondiente a núcleos grandes es más profundo [*cierto* ; *falso*]. También tiene una R mayor [*cierto* ; *falso*]. Entonces, el número de estados ligados posibles excederá del número de neutrones (o protones) en el núcleo [*cierto* ; *falso*].

Normalmente, todos los estados ligados más bajos están completamente llenos con [neutrones ; electrones]. Considere dos núcleos que tengan pozos de potencial igualmente profundos, pero de diferentes radios, tales como el *He* y el *Pb*. El espacio entre los niveles de energía en el *He* será [mayor ; menor] que el de *Pb*. El espacio relativo de los niveles de energía del neutrón, es igual que para los niveles energéticos del electrón en el hidrógeno; es decir que varía en la forma $\frac{1}{N^2}$ [*cierto* ; *falso*].

17 28 49 78 35 65 42 20 83

Pase al 15-15.

15-15 *(del 15-14)* Considere un modelo unidimensional de un núcleo que consiste en un pozo de potencial en una dimensión (sólo se consideran ondas que viajan en la dirección x). Si el décimo nivel de energía ($N = 10$) se llena con neutrones, pero el $N = 11$ está vacío, este "núcleo"



contendrá_____ neutrones. Si un neutrón se excita, pasando del nivel energético $N = 10$ al $N = 11$, su longitud de onda [aumentará ; disminuirá] en aproximadamente_____ %. Su impulso también [aumentará ; disminuirá] en aproximadamente_____%. Su energía cinética [aumentará ; disminuirá] en aproximadamente_____%. **36** **8** **74** **43** **51** **26** **60**

Suponga que el nivel de Fermi ($N = 10$) tiene una energía cinética de 30 Mev. Entonces la energía cinética de un neutrón, en el primer estado excitado ($N = 11$), será_____Mev. El espacio expresado en Mev, entre el primer estado excitado y el nivel de Fermi, será_____Mev. **79** **53**

Si se duplica el radio de este "núcleo", pero la profundidad del pozo no cambia, la energía de Fermi de 30 Mev corresponde a $N =$_____. **29**

Entonces, el primer estado excitado sería aproximadamente_____% mayor en energía que el nivel de Fermi de 30 Mev. El espacio expresado en Mev, entre estos dos niveles energéticos, sería aproximadamente de_____ Mev. **68** **72**

Suponga que la profundidad del pozo potencial es de 40 Mev. Por lo tanto, la energía de amarre del neutrón será_____Mev. **58**

Pase al 15-16.

15-16 *(del 15-15)* En la fisión, un núcleo pesado, como el uranio, se divide en [2 ; 3 ; 4] núcleos más pequeños con un desprendimiento de energía de aproximadamente [1 ; 10 ; 100 ; 200 ; 1000] Mev. Cada fragmento de la fisión tendrá una Z aproximada de [25 ; 45 ; 65 ; 80] y una A aproximada de [20 ; 60 ; 110 ; 180]. La suma de los dos radios será de aproximadamente [1 ; 2 ; 10 ; 20] $\times 10^{-13}$ cm. Cuando los productos estuvieran en contacto, la energía electrostática de repulsión sería aproximadamente $\frac{Q_1 Q_2}{R}$ en donde $Q_1 = Q_2 =$ [2×10^{-8} ; 4.8×10^{-10} ; 40] statcoulombs. Esta es una energía de_____ergs, o aproximadamente [100 ; 200 ; 250 ; 500]. Suponga que estos dos productos de la fisión pueden tener una separación de hasta 10^{-12} cm en el núcleo original. De ahí que la barrera de potencial para la fisión sería aproximadamente de [2 ; 10 ; 50 ; 100 ; 300] Mev. 90 87 89 86 85 88 67 80 24

Pase al 15-17.

15-17 *(del 15-16)* Una reacción termonuclear común es $N + Li^6 \rightarrow H^3 + X$, en donde X es _____(N designa el neutrón). Entonces el H^3 que es [deuterio ; tritio] se convierte en He mediante otras reacciones. El resultado final es que una masa dada de Li^6 se convierte en He^4. Si la energía de amarre para el Li^6 es de 5.2 Mev/nucleón y de 7.1 Mev/nucleón para el He^4, el porcentaje de masa en reposo que se "convierte" en energía es [0.1 ; 0.2 ; 0.6] %. 6 25 52

Si es incorrecta, pase al 15-12 ; si es correcta, pase al 15-18.

15-18 *(del 15-17 ó 15-12)* Un protón en equilibrio térmico con nubes de gas interestelar de masa 1 gr y velocidad promedio 1 m/seg, tendrá una energía aproximada de [0.5 ; 1 ; 50 ; 5000] ergs. Esto corresponde a una energía de rayo cósmico de aproximadamente [3×10^2 ; 3×10^6 ; 3×10^8]. 31 45

Pase al 15-20.

15-19 *(del 15-10)* Suponga que, para producir un par iónico, se consumen en promedio 30 ev de radiación. El número de pares iónicos por gramo producidos por una radiación de un roentgen es $\left[\frac{83}{30} ; \frac{83N_0}{30} ; \frac{83}{30 \times 1.6 \times 10^{-12}}\right]$. **37**

La cantidad de carga negativa liberada, expresada en statcoulombs, será el número anterior multiplicado por_____. El resultado final es_____ statcoulombs. **77** **69**

Pase al 15-13.

15-20 *(del 15-18)* Cuestionario de repaso:

1. ¿Cuál es el porcentaje de muestra restante después de 4 vidas medias?

_____%. **34**

2. ¿Es un neutrón más pesado o más ligero que un protón más un electrón?

_____. **47**

3. Considere un núcleo que contiene 30 protones. Si la profundidad del pozo de potencial es de 36 Mev y la energía de amarre del protón es de 7 Mev, ¿cuál es la energía de Fermi del protón?

$(E_c)_0$ =_____Mev. **61**

4. La energía de amarre por nucleón es de 7.1 Mev para el He^4 y de 2.2 Mev para el H^2. ¿Qué porcentaje de masa en reposo se convierte en energía en un proceso termonuclear que convierte deuterio en helio?

_____%. **56**

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuestas
1	cierto
2	cierto
3	A
4	$\frac{1}{4}\lambda$
5	$\frac{1}{\sqrt[3]{2}}$
6	He^4
7	$\frac{N_a\sigma}{a}$
8	disminuirá
9	cierto
10	falso
11	cierto
12	B
13	3.0×10^{-13}
14	$\frac{1}{2}$
15	29
16	$\frac{1}{2}$
17	1
18	$\frac{(N-N')a}{NN_a}$
19	cierto
20	mayor
21	$-2\frac{1}{4}$
22	cierto
23	cierto
24	50
25	tritio
26	aumentará
27	$\frac{M}{A}$
28	cierto
29	20
30	$(N')^2$
31	5000
32	menor que
33	número de masa
34	6.25
35	cierto
36	20
37	$\frac{83}{30\times1.6\times10^{-12}}$
38	cierto
39	1.6×10^{-14}
40	$\frac{1}{4}$
41	falso
42	neutrones
43	aumentará
44	70
45	3×10^6
46	$\frac{NN_a\sigma}{a}$
47	más pesado
48	débil
49	cierto
50	Fe
51	10
52	0.2
53	6
54	cierto
55	$\frac{1}{2}$
56	5.2
57	cierto
58	10
59	R
60	20
61	29
62	cierto
63	0.2
64	cierto
65	cierto
66	cierto
67	4×10^{-4}
68	10
69	830
70	10
71	$\frac{1}{2}$
72	3
73	aumenta
74	10
75	4.0
76	cierto
77	4.8×10^{-10}
78	cierto
79	36
80	250
81	más
82	falso
83	falso
84	930
85	10
86	110
87	200
88	2×10^{-8}
89	45
90	2
91	falso

Capítulo 16

FISICA DE PARTICULAS

16-1 Un grano de arena contiene_____tipos diferentes de partículas elementales. **98**

Si es incorrecta, pase al 16-16 ; si es correcta, pase al 16-2.

16-2 *(del 16-1 ó 16-16)* Las fuerzas de atracción, que mantienen unidos a los átomos en la materia ordinaria, se deben a la interacción [nuclear ; electromagnética ; débil ; gravitacional]. La interacción_____mantiene unidos los protones y los [electrones ; neutrones] en el núcleo átomico. A la interacción_____también se le denomina interacción universal de Fermi. **114** **103** **30** **110**

La interacción_____también recibe el nombre de interacción fuerte. **97**

La interacción_____es la que explica la producción de los piones. A la interacción_____se debe la producción de "rayos" beta en la desintegración beta. **111** **90**

Pase al 16-3.

16-3 *(del 16-2)* Sólo ciertas partículas son capaces de tener interacción fuerte con otras, mediante la interacción nuclear o fuerte. Clasifique las partículas según su interacción sea fuerte o débil. Trace una cruz en la columna apropiada.

partícula	puede interaccionar fuertemente	no puede interaccionar fuertemente	
pión			36
muón			71
electrón			57
lambda			69
mesón K			81
neutrino			94

Pase al 16-4.

16-4 *(del 16-3)* Clasifique las reacciones siguientes, de acuerdo con el tipo de interacción en el que intervienen; trace una cruz en la columna apropiada.

Reacción	Fuerte	Electromagnética	Débil	
$\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu + \bar{\nu}$				83
$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu$				43
$e^- + P \rightarrow \gamma + \mathrm{H}$ (hidrógeno)				78
$P + \bar{P} \rightarrow \Lambda + \bar{\Lambda}$				89
$\gamma \rightarrow e^+ + e^-$				52
$\bar{N} + P \rightarrow \pi^+ + \pi^0$				60
$\mathrm{U}^{238} + N \rightarrow \mathrm{U}^{239}$				39
$\mathrm{U}^{239} \rightarrow \mathrm{Np}^{239} + e^- + \bar{\nu}$				68

Pase al 16-5.

16-5 *(del 16-4)*

En la reacción $P + P \rightarrow \overline{N} + N + P + P$, el número de partículas pesadas en el miembro derecho es_____. El número de partículas pesadas en el miembro izquierdo es [el mismo ; diferente]. **73** **13**

En la reacción $P + P \rightarrow \overline{\Lambda} + \Sigma^+ + \pi^+$, el número de partículas pesadas en el miembro derecho es_____, y el número de partículas pesadas en el miembro izquierdo es_____. Esta reacción sería [permitida ; prohibida]. **49** **85**

Violaría la ley de la conservación de las partículas pesadas [*cierto* ; *falso*]. **22**

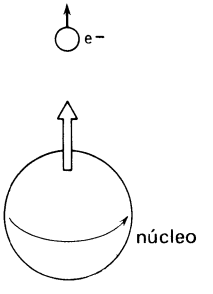
En la reacción $P + P \rightarrow \overline{\Lambda} + \Sigma^+ + P + N$, el número de partículas pesadas en el miembro derecho sería_____. **50** **31**

Esta reacción sería [permitida ; prohibida]. **12**

Pase al 16-7.

16-6 *(del 16-12)*

Suponga que se observa que cierto radioisótopo se desintegra emitiendo rayos beta a lo largo de su spín. En la imagen especular, este rayo beta daría la impresión de ser emitido [a lo largo ; en sentido contrario] de la dirección del spín del núcleo. Entonces, el resultado de la imagen especular estaría en contradicción con las observaciones experimentales [*cierto* ; *falso*]. Los núcleos que emitieran rayos beta preferentemente a lo largo de la dirección de su spín, violarían la luz de la conservación de la paridad [*cierto* ; *falso*]. **99** **46** **86**



Pase al 16-13.

16-7 *(del 16-5)*

El e^- tiene número leptónico_____. 2

El e^+ tiene número leptónico_____. 18

El μ^- tiene número leptónico_____. El μ^+ tiene número leptónico_____. 45 14

El decaimiento $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu + \overline{\nu}$ tiene en el miembro izquierdo, número leptónico_____. El número leptónico total en el miembro derecho es_____. 26 74

Según la ley de la conservación de los leptones, esta reacción es [permitida ; prohibida]. 10

La reacción $\overline{\nu} + P \rightarrow N + e^+$ tiene número leptónico_____en [ambos miembros ; el miembro izquierdo ; el miembro derecho]. Esta reacción es [permitida ; prohibida]. La reacción $\overline{\nu} + P \rightarrow N + e^+$ tiene número leptónico_____en el miembro izquierdo. Esta reacción es [permitida ; prohibida]. 58 61 95 84 40

En la reacción $\mu^- + P \rightarrow N +$ (ν o $\overline{\nu}$), el número leptónico en el miembro izquierdo es_____. 79

El leptón correcto en el miembro derecho será [ν ; $\overline{\nu}$]. 48

Pase al 16-9.

16-8 *(del 16-9)*

El hiperón Ξ^- se desintegra como sigue $\Xi^- \rightarrow \pi^- + \Lambda$

Un anti Ξ^- tiene carga [positiva ; negativa ; neutra]. 47

Decae en un pión [positivo ; negativo ; neutro] y una [lambda ; antilambda]. Finalmente, la desintegración de un anti Ξ^- resultará en un antiprotón [*cierto* ; *falso*]. 15 20 11

Pase al 16-11.

16-9 *(del 16-7)* Los modos de decaimiento siguientes están prohibidos porque violan una de las leyes de conservación. Indique con una cruz, qué ley de conservación se viola en cada una de las reacciones.

Decaimiento	Carga	Partículas pesadas	Energía	Leptones	
$P \rightarrow e^+ + \nu$					16
$N \rightarrow e^+ + P + \nu$					4
$\Lambda \rightarrow \pi^+ + \pi^-$					23
$K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0 + \pi^-$					37
$P \rightarrow N + e^+ \nu$					9
$N \rightarrow e^- + P + \nu$					76
$H^3 \rightarrow He^3 + e^- \nu$					41

Pase al 16-8.

16-10 *(del 16-13)* De la misma manera que las partículas tienen número leptónico y de partícula pesada, también tienen número de extrañeza. En las reacciones siguientes, todas las partículas tienen extrañeza cero, excepto el K^+, cuyo número de extrañeza es + 1, la Λ y el K^-, cuyos números son –1 y el Ξ^-, que tiene como número de extrañeza –2. En las reacciones siguientes, determine si se conserva la extrañeza.

Reacción	Conservación de la extrañeza: Sí	No	
$\pi^+ + N \rightarrow \Lambda + K^+$			106
$\pi^+ + P \rightarrow K^+ + P$			72
$\pi^- + P \rightarrow N + K^+ + K^-$			112
$K^- + P \rightarrow K^+ + \Xi^-$			87
$P + P \rightarrow \Lambda + P + K^+$			62
$\Xi^- \rightarrow \pi^- + \Lambda$			66

Las interacciones fuertes deben estar sujetas a la conservación de la extrañeza [*cierto* ; *falso*]. Las interacciones débiles deben cumplir la conservación de la extrañeza [*cierto* ; *falso*]. 93 116

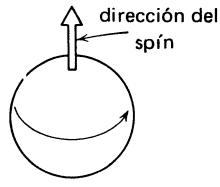
Pase al 16-17.

16-11 *(del 16-8)* Clasifique las partículas siguientes, trazando una cruz en la columna apropiada.

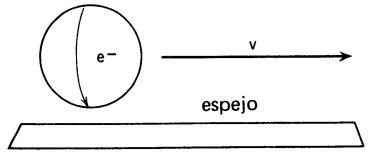
	Leptón	Mesón	Hiperón	
μ				54
π				59
K°				25
ν				44
e				6
Σ°				29
Ξ°				63
Λ				34

Pase al 16-12.

16-12 *(del 16-11)* Usaremos la regla de la mano derecha para el impulso angular, con el fin de indicar la dirección del spín a lo largo del eje de rotación. Por ejemplo, la dirección del spín de la Tierra estará a lo largo del eje terrestre y apuntando hacia el polo [norte ; sur] . Suponga que la dirección del spín de un electrón está apuntando a lo largo de su dirección en movimiento. Ahora coloque un espejo abajo del electrón (ver figura). La imagen especular del electrón viajará en [la misma dirección ; dirección opuesta] .



35



100

La imagen especular girará en [el mismo sentido ; sentido opuesto] . La imagen especular tendrá la dirección de su spín [paralela ; antiparalela ; ninguna de las dos] a la dirección del movimiento.

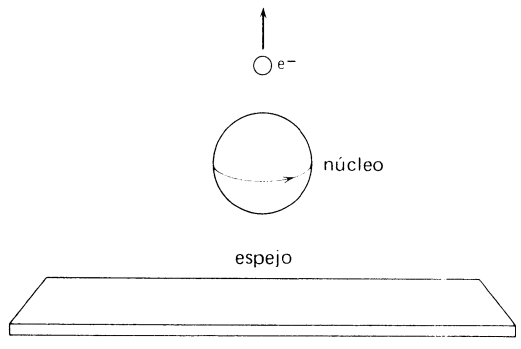
77

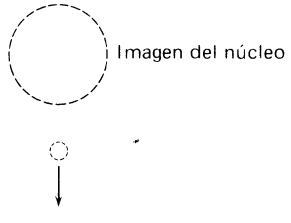
80

Pase al 16-6.

16-13 *(del 16-6)* Visto desde arriba, el núcleo está girando [en el sentido de las manecillas del reloj ; en sentido contrario de las manecillas del reloj] y la dirección de su spín es hacia [arriba ; abajo]. La imagen especular del núcleo está girando [en el sentido de las manecillas del reloj ; en sentido contrario de las manecillas del reloj] y la dirección de su spín es hacia [arriba ; abajo]. En la imagen especular, el rayo beta debería apuntar en la dirección opuesta al spín, en vez de hacerlo a lo largo de él; esto estaría en contradicción con lo que se ha observado.

Si la imagen especular de un experimento resultara diferente del experimento, la paridad no se conserva [*cierto* ; *falso*].





88 109 115 102 108

Pase al 16-10.

16-14 *(del 16-17)* ¿Cuáles de las aseveraciones siguientes son ciertas y cuáles son falsas?

El neutrón libre es inestable_____. **42**

El antiprotón libre es inestable y tiene vida media_____. **7**

El antineutrón libre es inestable_____. **91**

De acuerdo con el principio de simetría de antipartículas, el antineutrón debería tener la misma vida media que el neutrón_____. **51**

Pase al 16-15.

16-15 *(del 16-14)* En junio de 1962, en el laboratorio Nacional de Brookhaven, los experimentos para detectar neutrinos de alta energía determinaron la existencia de dos tipos distintos de neutrinos. Un tipo, el ν_e y el $\overline{\nu}_e$, siempre está asociado con electrones, y el otro tipo, el ν_μ y el $\overline{\nu}_\mu$ siempre está asociado con muones. En consecuencia, la ley de conservación de leptones ahora se convierte en dos leyes de conservación: conservación de leptones tipo electrón y conservación de leptones tipo muón.

En la reacción $\nu_e + P \rightarrow N + e^+$, el número leptónico tipo electrón en el miembro izquierdo es_____y el número tipo electrón en el miembro derecho es_____. Esta reacción es [permitida ; prohibida].

1
5
17

En las reacciones siguientes, escoja el neutrino correcto:

$\nu + P \rightarrow N + e^+$ $\quad \nu =$ [ν_e ; $\overline{\nu}_e$; ν_μ ; $\overline{\nu}_\mu$] **55**

$\nu + N \rightarrow P + \mu^-$ $\quad \nu =$ [ν_e ; $\overline{\nu}_e$; ν_μ ; $\overline{\nu}_\mu$] **82**

$\nu + N \rightarrow P + e^-$ $\quad \nu =$ [ν_e ; $\overline{\nu}_e$; ν_μ ; $\overline{\nu}_\mu$] **27**

En el decaimiento del μ^+, $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu + \overline{\nu}$.

El neutrino es un [ν_e ; ν_μ] y el antineutrino es un [$\overline{\nu}_e$; $\overline{\nu}_\mu$].

65
113

Pase al 16-18.

16-16 *(del 16-1)* Un grano de arena contiene protones y neutrones_____. Un grano de arena contiene mesones_____. Un grano de arena contiene hiperones_____. Un grano de arena contiene electrones_____.

101
105
56
24

Pase al 16-2.

16-17 *(del 16-10)* El neutrino siempre tiene la dirección de su spín [paralela ; antiparalela] **104** a su dirección de movimiento. Es [izquierdo ; derecho]. La imagen especular de un neutrino siempre es [izquierda ; derecha]. La imagen especular contradice lo que se observa [*cierto ; falso*]. La observación de un neutrino, en sí misma, viola la ley de conservación de la paridad [*cierto* ; *falso*]. Si se conjuga la carga de un neutrino, se obtiene un [neutrino ; antineutrino] que será [izquierdo ; derecho]. Esto contradice lo observado [*cierto* ; *falso*]. El neutrino, por sí mismo, viola el principio de simetría de antiparalelas [*cierto* ; *falso*]. Si sobre un neutrino se hacen las dos operaciones anteriores; es decir que se conjuga la carga de la imagen especular de un neutrino se obtiene un [neutrino ; antineutrino] ; [izquierdo ; derecho] . Esto contradice lo observado [*cierto* ; *falso*] .

107 **19** **33** **75** **53** **64** **21** **3** **28** **92** **70**

Pase al 16-14.

16-18 *(del 16-15)* Cuestionario de repaso:

1. ¿Cuáles de las partículas siguientes son estables?
   ($\gamma, \nu, e, \mu, \pi, K, P, N, \Lambda, \Sigma, \Xi, \Omega$). _____. **8**
2. ¿Cuáles de estas partículas pueden presentar interacción fuerte?_____. **32**
3. ¿Cuáles son leptones?_____. **67**
4. ¿Cuáles son partículas extrañas; es decir, que su extrañeza es distinta de cero?_____. **38**
5. ¿Cuáles son partículas pesadas?_____. **96**

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuestas	Número Guía	Respuestas	Número Guía	Respuestas
1	1	40	prohibida	79	1
2	1	41	leptones	80	antiparalela
3	cierto	42	cierto	81	puede
4	carga	43	débil	82	ν_μ
5	-1	44	leptón	83	débil
6	leptón	45	1	84	1
7	falso	46	cierto	85	2
8	γ, ν, e, P	47	positiva	86	cierto
9	energía	48	ν	87	sí
10	permitida	49	0	88	en sentido contrario
11	cierto	50	cierto	89	fuerte
12	permitida	51	cierto	90	débil
13	el mismo	52	electromagnética	91	cierto
14	-1	53	antineutrino	92	antineutrino
15	positivo	54	leptón	93	falso
16	partículas pesadas	55	$\bar{\nu}_e$	94	no puede
17	prohibida	56	falso	95	permitida
18	-1	57	no puede	96	$P,N,\Lambda,\Sigma,\Xi,\Omega$
19	derecha	58	-1	97	nuclear
20	antilambda	59	mesón	98	3
21	cierto	60	fuerte	99	en sentido contrario
22	prohibida	61	ambos miembros	100	la misma dirección
23	partículas pesadas	62	no	101	cierto
24	cierto	63	hiperón	102	arriba
25	mesón	64	izquierdo	103	nuclear
26	-1	65	ν_e	104	antiparalela
27	ν_e	66	si	105	falso
28	derecho	67	ν,e,μ	106	sí
29	hiperón	68	débil	107	izquierdo
30	neutrones	69	puede	108	cierto
31	2	70	falso	109	arriba
32	π, $K,P,N,\Lambda,\Sigma,\Xi,\Omega$	71	no puede	110	débil
33	cierto	72	no	111	nuclear
34	hiperón	73	2	112	sí
35	norte	74	-1	113	$\bar{\nu}_\mu$
36	puede	75	cierto	114	electromagnética
37	carga	76	leptones	115	en sentido contrario
38	$K,\Lambda,\Sigma,\Xi,\Omega$	77	sentido opuesto	116	cierto
39	fuerte	78	electromagnética		

Capítulo 1

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuesta	Número Guía	Respuesta
1	10^3	16	ninguno de éstos
2	$\frac{10^{-8}}{10^{10}}$	17	10^{-18}
3	$10^{-10} \times \frac{1}{5}$	18	2
4	2×10^{-6}	19	$.25 \times 10^{-4}$
5	6, 9, 10	20	ninguno de éstos
6	10^{-18}	21	$\frac{1}{3}$
7	9^2	22	izquierda
8	4	23	raíz cúbica de A
9	4	24	10^{-18}
10	$\frac{AB}{A+B}$	25	9^2
11	$X^{1.5}$	26	.25
12	$\frac{1}{10^4}$	27	4 (no aparece en el texto)
13	izquierda (no aparece en el texto)	28	5
14	0.000025	29	$5\sqrt{3}$
15	$\frac{1}{A+B}$	30	2.5×10^{-5}
		31	cierto
		32	10^{-9}
		33	$\frac{B-A}{AB}$

Capítulo 2

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuesta
1	d
2	falso
3	a
4	45
5	15
6	35
7	$\frac{5}{6}$ Km
8	b
9	a
10	$\frac{7}{6}$
11	$s = \overline{v}t$
12	$\frac{7}{6}$ Km
13	$\frac{5}{36}$
14	$\frac{1}{3}$ Km.
15	cero
16	$\frac{2}{60}$
17	$\frac{20 + 50}{2}$
18	9.8 m/seg^2
19	falso
20	20
21	$6\sqrt{3}$
22	50
23	$\frac{50}{3}$
24	$\frac{1}{3} \times \frac{5}{18}$
25	$\frac{5}{36}$
26	120 seg.
27	N
28	$\frac{5}{36}$
29	falso
30	$\frac{2}{3} \times \frac{5}{18}$
31	b
32	$\frac{2}{9}$
33	$\frac{1}{2} \times \frac{5}{18}$
34	a, b, y c
35	$\frac{-25}{3}$
36	100
37	a
38	197.4
39	$V_0 T \cos\theta$
40	menor
41	$100\sqrt{2}$
42	$\frac{1}{2} T$
43	6.6
44	2
45	$v^2 = 2as$
46	$V_x T$
47	18
48	$V_0 \cos\theta$
49	$V_0 \operatorname{sen}\theta = g\,(\frac{1}{2} T)$
50	$\frac{4}{18}$
51	$\frac{2V_0 \operatorname{sen}\theta \cos\theta}{g}$
52	90°
53	constante
54	1
55	6
56	hacia el centro de la Tierra
57	45°
58	$\frac{1}{4} g$
59	$1/\sqrt{2}$
60	$\frac{V_0^2}{g}$
61	$\frac{1}{4}$
62	falso
63	$z \cos\theta$
64	$\frac{\frac{1}{2} v^2}{R_e}$
65	$2\sqrt{2}$
66	$\frac{v^2}{r}$
67	$\sqrt{8}$
68	$2\pi R$
69	$\frac{1}{2}$
70	aumentará
71	cm
72	$\frac{2\pi R}{v}$
73	$\frac{1}{T}$
74	$v_c\sqrt{\frac{R_e}{R_e + h}}$
75	falso
76	$\frac{4\pi^2}{(465\,T_0)^2}\,(60R_e)$
77	$(2\pi f)^2 r$
78	$4\pi^2 f^2 r$
79	cierto
80	cierto
81	cierto
82	$\frac{2\pi R}{V}$
83	$\frac{(R_e + h_1)^3}{(R_e + h_2)^3}$
84	$2\pi\sqrt{\frac{(R_e + h)^3}{gR_e^2}}$
85	$\frac{4\pi^2}{T^2}\,(R_e + h)$
86	$2\pi(R_e + h)$

Capítulo 3

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuesta
1	cierto
2	cero
3	$Mg \tan\theta$
4	fuerza neta
5	t_2
6	$\frac{2\pi x_0}{T}$
7	continuará a 60 Km/h
8	cierto
9	Ma
10	$M_2 g$
11	7.74×10^{-15}
12	cero
13	cierto
14	F_{ap}
15	B
16	cierto
17	$2\pi \sqrt{\frac{L \cos\theta}{g}}$
18	gr/seg^2
19	$M_2 - M_2$'
20	falso
21	cierto
22	falso
23	$-\frac{xk}{M}$
24	cierto
25	$F_2 \operatorname{sen}\theta$
26	cero
27	1.1×10^{-3}
28	cierto
29	$\frac{M_2 g}{M_1 + M_2}$
30	cierto
31	cierto
32	tercera
33	tensión
34	$\tan\theta$
35	gr cm/seg^2
36	igual a
37	200
38	$\frac{a}{g}$
39	$\frac{2\pi}{T}\sqrt{x_0^2 - x^2}$
40	$M_2 g$

Número Guía	Respuesta
41	cierto
42	$Mg \operatorname{sen}\theta$
43	$\tan\theta$
44	falso
45	cierto
46	$\frac{M_1}{M_2}$
47	$\frac{k}{M}$
48	cierto
49	$\vec{F}_3$
50	Mg
51	menor que
52	cierto
53	B
54	4
55	$\frac{y}{x_0}$
56	falso
57	cierto
58	g $\operatorname{sen}\theta$
59	cierto
60	V_x
61	cierto
62	cero
63	C
64	$.66 \times 10^{30}$
65	1.29×10^{14}
66	repulsión
67	seg^2
68	B
69	hacia el centro del círculo
70	400
71	cierto
72	cierto
73	cierto
74	F_1
75	$-\vec{F}_3$
76	ninguno
77	cierto
78	cero
79	cierto
80	hacia arriba, pero perpendicular a la superficie
81	falso

Capítulo 4

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuesta
1	4
2	falso
3	$\frac{1}{4}$
4	cierto
5	cierto
6	$\sqrt{\frac{GM_j}{R^2}}$
7	inducción
8	$\sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$
9	8
10	1
11	1.9×10^{27}
12	cierto
13	4_g
14	falso
15	$\sqrt{\frac{GM_t}{R_1}}$
16	cero
17	falso
18	M
19	$\frac{1}{64}$
20	elípticas
21	ninguno
22	falso
23	cierto
24	Mg
25	$\frac{1}{8}$
26	falso
27	falso
28	cierto
29	cierto
30	1
31	$\frac{4\pi^2 R}{T^2}$
32	$\frac{1}{G}$
33	$\frac{mv_1^2}{R_1}$
34	cierto
35	cierto
36	4
37	el peso
38	$\frac{1}{8}$
39	$\sqrt{GM}$
40	falso
41	A
42	$\frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}$
43	La atracción gravitacional terrestre.
44	5
45	$F' - F_g$
46	cierto
47	cierto
48	$\frac{1}{\sqrt{G}}$
49	5
50	doble
51	4
52	cierto
53	cierto
54	$4\,Mg$
55	cierto
56	cierto
57	falso
58	cierto
59	ninguno
60	la atracción gravitacional terrestre
61	Kepler
62	$\frac{1}{r^2}$

Capítulo 5

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuesta
1	falso
2	$\frac{1}{4} M V_0^2$
3	positiva
4	$2MgL$
5	LF
6	contrario
7	$\frac{1}{2} mgR$
8	b
9	1
10	disminuye
11	cierto
12	cierto
13	$\frac{1}{2}$
14	cierto
15	cierto
16	cero
17	$\frac{R_1}{R_2}$
18	aumentará
19	cierto
20	falso
21	conservativa
22	F_h
23	cierto
24	$\frac{1}{2} Mg$
25	$(a + b)$
26	$\frac{1}{4} M V_0^2$
27	cierto
28	4
29	b
30	a
31	a
32	cualquier punto
33	ninguna
34	2
35	MgL
36	c
37	$(a + b)$
38	$(2M)gh'$
39	2 a 1
40	$\frac{1}{2} m V_0^2$
41	$(L + x) F$
42	$MR_2 V_1$
43	menor que
44	falso
45	falso
46	$-(a + b)$
47	cierto
48	falso
49	2
50	g
51	4
52	en el sentido de
53	igual
54	cierto
55	MgL
56	cierto
57	cierto
58	LF
59	4g
60	2
61	falso
62	mgR
63	cierto
64	se pierde
65	r_1 a r_2
66	5
67	mgR
68	permanecerá igual
69	3
70	cero
71	$\frac{V_0^2}{8g}$
72	cierto

Número Guía	Respuesta
73	falso
74	b
75	cierto
76	LF
77	$\frac{1}{2}$
78	ninguno
79	gr cm/seg^2
80	en el sentido de
81	disminuirá
82	cierto
83	en oposición a
84	falso
85	$\frac{M_1x_1 + M_2x_2 + M_3x_3}{M_1 + M_2 + M_3}$
86	$-c$
87	2
88	un protón
89	c
90	similar
91	misma
92	Mgh
93	cierto
94	cierto
95	en el sentido de
96	cierto
97	$\sqrt{4gL}$
98	$F_hL \ \text{sen}\theta$
99	el mismo
100	cierto
101	Fx
102	a
103	$\frac{1}{2}V_0$
104	$\frac{1}{4}MV_0^2$
105	1
106	b
107	cierto
108	igual a
109	cero
110	$\frac{1}{2}MV_0^2 - 2Mgh'$

Número Guía	Respuesta
111	falso
112	$-c$
113	disminución
114	3
115	cierto
116	5
117	cierto
118	mayor
119	$\frac{V_0^2}{2g}$
120	$Mg\frac{\cos\theta}{2\text{sen}\theta}$
121	MV_0
122	energía calorífica
123	$\frac{M_1x_1' + M_2x_2' + M_3x_3'}{M}$
124	cierto
125	cierto
126	$\frac{1}{4}$
127	$GM_1M_2\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$
128	$\frac{1}{2}MV_0^2$
129	falso
130	falso
131	$-xF$
132	mayor
133	R_2F
134	$4g$
135	$\frac{1}{2}MgL\cos\theta$
136	cierto
137	cierto
138	cierto
139	negativa
140	$\frac{1}{2}MV_0^2$
141	2
142	externas

Capítulo 6

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuesta
1	$F\triangle L$
2	$1\frac{1}{2}$
3	1
4	3
5	todo
6	$\frac{3}{2}N_0k$
7	falso
8	cierto
9	$\frac{5}{3}$
10	la energía por unidad de volumen
11	$\frac{2}{3}$
12	ninguno de éstos
13	falso
14	$\frac{3}{2}NkT$
15	$\frac{1}{T}$
16	100
17	cierto
18	cierto
19	M_1
20	cierto
21	menor
22	mayor
23	$\frac{DV}{m}$
24	todo
25	cierto
26	falso
27	cierto
28	$\frac{M_1}{V_w}$
29	18
30	76
31	cierto
32	$\frac{5}{2}N_0k$
33	1
34	cierto
35	2
36	cierto
37	aumentará
38	$\frac{3}{2}Nk$
39	cierto
40	Nm
41	menores
42	$P\triangle V$
43	falso
44	hacia
45	$V_0^{\frac{1}{3}}$
46	cierto
47	N_0
48	cierto
49	cierto
50	cierto
51	cierto
52	falso
53	falso
54	N_0k
55	10^6
56	permanece igual
57	2
58	cierto
59	falso
60	18
61	$\frac{M_1}{D_w}$
62	permanecerá la misma
63	falso
64	cierto
65	$\frac{5}{2}$
66	3
67	$P\triangle V$
68	32
69	38
70	cierto
71	suba
72	cierto
73	NkT
74	$C_v + N_0k$
75	1
76	$\frac{M}{D_0}$
77	N_{0k}

Capítulo 7

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuesta
1	la esfera
2	la izquierda
3	menor que
4	4
5	$4\pi\sigma$
6	$\frac{e^2}{r_c^2}$
7	$r + \frac{L}{2}$
8	qEx
9	$4\pi(Q_1 + Q_2 + Q_3)$
10	3.01×10^{14}
11	falso
12	D
13	ninguna de las dos
14	negativo
15	9×10^9
16	1.53×10^{-16}
17	positiva
18	cero
19	$\frac{-e^2}{2r_c}$
20	menos
21	aumentará
22	$\frac{\text{kg m}^3}{\text{seg}^2\,\text{coul}^2}$
23	atraídos
24	repelidos
25	Q_2
26	$-(E_t)_0$
27	$\frac{e^2}{r^2}$
28	cero
29	juntas
30	newtons
31	disminuirá
32	14.4×10^4
33	cierto
34	atraídos
35	cierto
36	1
37	cierto
38	4
39	$4\pi(x + R_3)^2$
40	$\sqrt{GM_p/r}$
41	disminuirá
42	Q_1E
43	$E_c - \frac{e^2}{r}$
44	positiva
45	derecha
46	negativa
47	cierto
48	cierto
49	$\sqrt{Fr^2}$
50	positiva
51	p_2E_1
52	9×10^9
53	izquierda
54	falso
55	$\frac{-e^2}{r_0}$
56	mayor
57	2
58	coulombs
59	pesada
60	9×10^9
61	$\frac{1}{q}\Delta U$
62	cierto
63	$\frac{GM_pm}{r^2}$
64	d'
65	150
66	Q
67	derecha
68	$E_c + U$
69	las hojas
70	r_c
71	cero
72	mayor
73	7.4×10^3
74	cierto
75	5
76	negativa
77	atracción
78	4.8×10^{-10}
79	negativa
80	mayor
81	fuerza eléctrica
82	opuesta a
83	electrones
84	dejan
85	las hojas
86	$\frac{-e^2}{r_0}$
87	9×10^{14}
88	ninguno de los dos
89	$\frac{10}{10^2}$
90	$\frac{4\pi Q}{A}$
91	abajo
92	$\frac{-\Delta U}{\Delta x}$
93	$\frac{Q}{R}$
94	el mismo
95	$\frac{(3 \times 10^9)^2}{100^2}$
	$\text{gm}^{\frac{1}{2}}\,\text{cm}^{\frac{3}{2}}\,\text{seg}^{-1}$
	$d - d'$

Número Guía	Respuesta
98	$\frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{(x + R_3)^2}$
99	cierto
100	las hojas
101	cierto
102	$\frac{mv^2}{r}$
103	cierto
104	fuera de
105	positiva
106	$\frac{Q}{(r + \frac{1}{2}L)^2}$
107	derecha
108	falso
109	positiva
110	$4\pi(Q_1 + Q_2)$
111	la circunferencia por ν
112	$-\frac{1}{2}U$
113	3.01×10^{23}
114	cierto
115	$\frac{GM_p m}{r^2}$
116	$-qE\Delta x$
117	ninguno de los dos
118	$\frac{1}{2}$
119	$\frac{4\pi Q}{A}\left(d - d' + \frac{d'}{\epsilon}\right)$
120	$4\pi\,(\sigma - \sigma')$
121	$\frac{-\Delta V}{\Delta x}$
122	$\frac{Q}{R}$
123	la esfera
124	cierto
125	$\frac{e^2}{GM_p m}$
127	se acercarán
128	$(Q_1 + Q_2 + Q_3)$
129	cierto

Número Guía	Respuesta
130	$\frac{E}{\epsilon}$
131	$\frac{4\pi Q}{A}(d - d')$
132	falso
133	cierto
134	r_b hasta r_a
135	la esfera
136	$\frac{100}{20^2}$
137	qEx
138	$\frac{2\rho_1\rho_2}{R}$
139	3×10^9
140	ninguna de éstas
141	repulsión
142	izquierda
143	$4\pi(Q_1 + Q_2 + Q_3)$
144	$\frac{1}{2}r_0$
145	positivamente
146	$\frac{A}{4\pi\left(d - d' + \frac{d'}{\epsilon}\right)}$
147	$\frac{\sigma(\epsilon - 1)}{\epsilon}$
148	2 a la 1
149	$\frac{Q}{(r - \frac{1}{2}L)^2} - \frac{Q}{(r + \frac{1}{2}L)^2}$
150	cierto
151	cierto
152	q desde ∞ hasta su posición actual
153	$\frac{2\rho_1}{R}$
154	ninguno de éstos
155	positiva
156	$\frac{e^2}{2r_c}$
157	$4\pi(\sigma - \sigma')$
158	positiva
159	menos
160	cierto

Capítulo 8

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuesta
1	parte de un círculo
2	$\frac{2I}{cr}$
3	paralela
4	3×10^{10}
5	la derecha
6	cero
7	II
8	$2BL_1$
9	del campo magnético producido por una corriente.
10	2 dinas
11	una línea recta
12	1
13	ninguna de éstas
14	la izquierda
15	$\frac{evB}{c}$
16	derecha
17	E
18	cero
19	$\frac{2I(I'l')}{c^2 r}$
20	nI
21	cierto
22	2×10^{-7}
23	$\frac{qvB}{c}$
24	B
25	Nev_2
26	opuesta
27	3×10^{10}
28	cierto
29	en sentido contrario de las manecillas del reloj
30	Ampere
31	$\frac{l}{10}$
32	la derecha
33	dentro del conductor
34	la izquierda
35	$\frac{4\pi i}{c}$
36	$\frac{2I}{cr}$
37	$\frac{qv}{c} B \operatorname{sen}\theta$
38	cierto
39	alrededor del círculo
40	derecha
41	hacia abajo
42	c
43	abajo
44	de la fuerza magnética sobre una corriente de un campo
45	$\frac{2I}{cR}$
46	.02
47	atracción
48	B
49	paralela
50	Nev_1
51	$\frac{4\pi i L_1}{c}$
52	cierto
53	cierto
54	$2\pi R$
55	$Ne(v_1 + v_2)$
56	cero
57	2×10^{-7}
58	$\left(\frac{Il}{c}\right) B \operatorname{sen}\theta$
59	permanece la misma
60	iL_1
61	cierto
62	cero
63	falso
64	A
65	e
66	abajo
67	inferior
68	la izquierda
69	d
70	falso
71	cierto
72	cero
73	a lo largo de B
74	$\frac{Ia_1 B}{c}$
75	a lo largo de B
76	$\frac{4\pi i}{c}$
77	$\frac{1}{r}$
78	BL_1
79	cierto
80	ninguno de éstos
81	derecha
82	cierto
83	cierto
84	$\frac{2I}{cr}$
85	$\frac{1}{r}$
86	B
87	$\frac{.2}{100}$
88	B
89	qE
90	cero
91	$\|l\|$ y B
92	abandona la región después de describir un semicírculo
93	ninguna de éstas

Número Guía	Respuesta
94	dentro
95	ninguna de éstas
96	cancelan
97	$V_0 - V'$
98	Ampere
99	mBL
100	mB
101	en el sentido de las manecillas del reloj
102	no aparece
103	ampere
104	magnético
105	cierto
106	el mismo
107	motor
108	$\frac{N}{c}\frac{\Delta N_B}{\Delta t}$
109	en el sentido de las manecillas del reloj
110	$\frac{4\pi i}{c}$
111	en el sentido contrario de las manecillas del reloj
112	$B_r\ 2\pi r$
113	cierto
114	cierto
115	c-a
116	statvolts
117	la corriente encerrada por el círculo de radio r
118	$2\pi r$
119	$\frac{iA}{c}$
120	más negativo
121	paralela
122	$\frac{2\pi i}{c}$
123	erg/statcoul
124	$\frac{NIBA}{c}$
125	eléctrico
126	perpendicular
127	$\frac{\Delta I}{\Delta t}$
128	superior
129	$\frac{BvL_3}{c}$
130	infinita
131	aparece
132	cierto
133	$\Sigma E_i \cdot L_i$
134	una corriente superficial
135	cierto
136	$\frac{1}{2} F_1 a_2$
137	Faraday
138	el potencial eléctrico
139	cierto
140	FL
141	$\frac{\pi r^2}{c}\left(\frac{\Delta E}{\Delta t}\right)$
142	a lo largo de B
143	cierto
144	$\frac{4\pi N^2 A}{c^2 l}$
145	$B \cdot A$
146	mB
147	perpendicular
148	$\frac{4\pi N^2 A}{c^2 l}$
149	en el extremo izquierdo
150	en sentido contrario de las manecillas del reloj
151	$\frac{evB}{c}$
152	en sentido opuesto a B
153	$F_1 a_2$
154	$\frac{4\pi NA}{cl}\frac{\Delta I}{\Delta t}$
155	$\frac{Ir^2}{R^2}$
156	$B\pi r^2$
157	cierto
158	El_3
159	cierto
160	$2\pi Br$
161	iL_1

Número Guía	Respuesta
162	$\frac{N}{c}\frac{\Delta N_B}{\Delta t}$
163	B
164	$\frac{r}{2c}\left(\frac{\Delta B}{\Delta t}\right)$
165	EL_3
166	$\frac{NI}{L}$
167	cierto
168	Las modificaciones de Maxwell a la ley de Ampere
169	$\frac{2I}{cr}$
170	v
171	$\frac{iBAL}{c}$
172	gauss
173	$\frac{4\pi I}{c}$
174	$\frac{1}{c}\left(\frac{\Delta N_B}{\Delta t}\right)$
175	a
176	no existirá
177	cero
178	izquierda
179	6
180	$B_L \cdot L = \frac{4\pi I}{c} + \frac{1}{c}\left(\frac{\Delta N_E}{\Delta t}\right)$
181	magnético
182	$\frac{1}{6} \times 10^{-5}$
183	$E = \frac{Bv}{c}$
184	cierto
185	.02
186	cero
187	$\frac{4\pi I}{c}\left(\frac{N}{l}\right)$
188	dentro
189	$2\pi rE$
190	18
191	generador
192	$\frac{r}{2c}\left(\frac{\Delta E}{\Delta t}\right)$
193	E
194	$EB = \frac{LBv^2}{c^2}$
195	statvolts
196	cierto
197	BL_3
198	$\Sigma E_i \cdot l_i = \frac{1}{c}\left(\frac{\Delta N_B}{\Delta t}\right)$
199	cierto
200	$\Sigma B_i \cdot l_i = \frac{4\pi I}{c}$
201	existirá
202	horizontal
203	statampere
204	la regla de la mano derecha I
205	1
206	cierto
207	$\Sigma B_i \cdot l_i = \frac{4\pi I}{c} + \frac{1}{c}\left(\frac{\Delta N_E}{\Delta t}\right)$
208	6
209	$BL_3 x$
210	la ley de Ampere
211	cierto
212	$\Sigma E_i \cdot l_i$
213	diferente
214	la ley de Ampere (modificada por Maxwell)
215	$\frac{4\pi I}{c}$

Capítulo 9

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuesta
1	ergs
2	disminuye
3	paralelo
4	3×10^2
5	en la misma dirección
6	infinita
7	I^2R
8	3
9	$\frac{2\pi}{T}$
10	2
11	falso
12	2
13	$\eta e \frac{\Delta u}{2}$
14	$\frac{V}{L}$
15	8×10^{-4}
16	c
17	$\frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}}$
18	382
19	c
20	2
21	inversamente
22	6
23	5
24	$\frac{V^2}{R}$
25	V_1
26	a
27	cierto
28	aumenta
29	directamente
30	6
31	$\frac{V}{R}$

Número Guía	Respuesta
32	2
33	cierto
34	$\eta A v_d$
35	2
36	1
37	en paralelo
38	se reducirá a la mitad
39	b
40	R_1
41	cero
42	d
43	volts
44	cierto
45	$\frac{\eta e^2 L}{2mu}$
46	$\frac{10^{-6} \times 3 \times 10^9}{iA\ 4.8 \times 10^{-10}}$
47	
48	cero
49	mínimo
50	cero
51	disminuirse
52	d
53	conducirá
54	cierto
55	cierto
56	$\frac{R_3 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_1}{R_1 R_2 R_3}$
57	a
58	cero
59	cierto
60	blanco
61	cero
62	ninguna
63	20 cm
64	$\frac{EL}{iA}$
65	no

Número Guía	Respuesta
66	X
67	500
68	directo
69	eB
70	$\frac{i}{E}$
71	cierto
72	5×10^{c}
73	1 erg
74	$\frac{evB}{c}$
75	$\frac{V}{I}$
76	$I_1 - I_3$
77	A
78	2
79	240 watts
80	$\frac{L}{\sigma A}$
81	gris
82	5
83	8
84	3
85	$\eta e \bar{v}_d$
86	$\eta A e$
87	6.1×10^{-a}
88	cierto
89	fuerza magnética
90	$\frac{\Delta u}{2}$
91	amperes
92	a
93	$-V_2$
94	cero
95	falso
96	1 joule
97	2
98	381.5
99	$\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$
100	$\frac{400}{\pi}$
101	falso
102	$\eta A \bar{v}_d e$
103	4 volts
104	IR
105	6
106	cierto
107	$\frac{10}{3 \times 10^{10}}$
108	cero

Capítulo 10

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuesta
1	$D_3 - D_4 + d \operatorname{sen}\theta$
2	cierto
3	violeta
4	$\frac{v}{f}$
5	$\left(N + \frac{1}{2}\right)\lambda$
6	cierto
7	cierto
8	$\frac{1}{f}$
9	$D_1 + D_3 - D_2 - D_4$
10	cierto
11	falso
12	cierto
13	$\frac{2}{T}$
14	$\frac{1}{2}\lambda$
15	cierto
16	$\frac{\lambda}{c}$
17	$\frac{1}{2}$
18	cierto
19	cierto
20	$\frac{f}{c}$
21	al cuadrado
22	$\frac{1}{4}$
23	reflexión
24	pasando por C
25	$\frac{1}{2}ky_0^2$
26	$\frac{1}{n}$
27	PO
28	$\frac{t}{T}$
29	3
30	menor
31	2
32	divergente
33	nunca
34	mayor
35	$\frac{d}{N}$
36	aumenta
37	$\frac{1}{4}$
38	cierto
39	1.43×10^4
40	menor
41	$N\lambda$
42	$\frac{c}{\lambda}$
43	aumenta
44	$A'B'O'$
45	$\left(N + \frac{1}{2}\right)\lambda$
46	mínimo
47	mayor
48	$\frac{1}{T}$
49	cierto
50	$\frac{N\lambda + D_4 - D_3}{d}$
51	cierto
52	aumenta
53	ninguno de los dos
54	2
55	cierto
56	3.75×10^9
57	ninguna de éstas
59	$\frac{1}{2}$
60	es paralelo a CB
61	0.667
62	cierto
63	$\frac{1}{2}ky_0$
64	$A'B'F$
65	cierto
66	al cuadrado
67	cierto
68	negativa
69	cierto
70	$\frac{s'}{s}$
71	cierto
72	$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$
73	D
74	la imagen
75	falso
76	15 cm
77	$\frac{\lambda}{d}$
78	$\frac{s' - f}{f}$
79	cierto
80	$\frac{N\lambda}{d}$
81	dos
82	$\frac{1}{2}\lambda$
83	cierto
84	$\frac{1}{2}$
85	entre P y F
86	$\frac{1}{2}$

Número Guía	Respuesta
87	8
88	c
89	$\left(N+\frac{1}{2}\right)\lambda$
90	d
91	$\frac{\lambda}{c}$
92	máximos
93	$\frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2}=\frac{1}{n}$
94	$N\lambda$
95	F
96	$\frac{1}{2}$
97	falso
98	S_5
99	cierto
100	b

Número Guía	Respuesta
101	dos veces
102	H
103	derecha
104	$D_1 + D_3 - D_2 - D_4 = \left(N+\frac{1}{2}\right)\lambda$
105	$\frac{60}{n}$
106	$\frac{1}{2}\lambda$
107	arriba
108	cierto
109	mayor
110	cierto
111	F
112	c
113	sí
114	vT
115	a 60 cm delante del espejo

Capítulo 11

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuestas
1	$10\sqrt{3}$
2	B
3	$\frac{1.7c}{1.72}$
4	izquierdo
5	cierto
6	ninguna de éstas
7	β
8	Mv
9	menos
10	$\gamma(x' + vt')$
11	L'
12	0.6
13	mayor
14	$\gamma\left(t - \frac{vx}{c^2}\right)$
15	u'
16	menor que
17	$M_b\ (v_b)y$
18	6
19	ct'
20	Δt
21	t
22	más rápidamente por un factor de 0.6
23	cierto
24	2
25	$\frac{0.1c}{0.28}$
26	$\frac{u - v}{1 - vu/c^2}$
27	6
28	7
29	en movimiento
30	γ
31	0.6
32	1
33	mayor
34	$\frac{1}{2}\beta^2 M_0 c^2$
35	60 seg
36	cierto
37	1.33
38	más
39	$\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$
40	ninguno de los dos son constantes
41	más
42	B
43	izquierda
44	$\frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$
45	cierto
46	vt
47	1.67
48	p^2c^2
49	$\gamma\left(ct' + \frac{vx'}{c}\right)$
50	cierto
51	cierto
52	$-vt'$
53	B
54	γ
55	$\gamma(x - vt)$
56	1
57	más
58	A
60	mayor lentos
61	mayor
62	menos
63	B
64	cierto
65	$M_0\gamma$
66	menor
67	1
68	vagón
69	cierto
70	$1.67\ M_0 v$
71	$\frac{M_a}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$
72	6
73	15
74	$\gamma\beta$
75	6
76	L
77	γt
78	menor
79	2
80	cierto
81	se contrae
82	Mc^2
83	$(v_b')_y$
84	10
85	$\frac{u + v}{1 + vu/c^2}$
86	E_t^2
87	lentamente
88	falso
89	$\gamma(x_2 - vt)$
90	cierto
91	M_b
92	$\gamma(x^2 - x_1)$
93	contraída
94	cero
95	cierto
96	cierto
97	1/seg
98	$0.67\ M_0 c^2$

Número Guía	Respuestas
99	$\Delta t'$
100	$\frac{0.1c}{0.28}$
101	ninguna de éstas
102	0.8
103	cierto
104	igual a
105	falso
106	alejándose de
107	cierto
108	cierto
109	cierto
110	L'
111	$\gamma(x + vt)$
112	menor
113	izquierda
114	$(M + M_0)c^2$
115	$\frac{D^2}{\sigma}$
116	$\gamma - 1$
117	$K(x_2^n - x_1^n)$
118	cierto
119	cierto
120	cierto
121	cierto
122	$-GDmR^2$
123	$\gamma\left(t + \frac{vx}{c^2}\right)$
124	$\frac{1.7c}{1.72}$
125	cierto
126	$\gamma M_0 c^2$
127	cierto
128	$\frac{-u + v}{1 - vu/c^2}$
129	retroceso
130	la galaxia
131	cierto
132	cierto
133	falso
134	Kx_1^n
135	β
136	$\gamma\beta M_0 c$
137	$\frac{-GMm}{R}$
138	cierto
139	falso
140	$\frac{D^2}{\sigma}$
141	25
142	(b)
143	cierto
144	cierto
145	$\frac{L'}{\gamma}$
146	$1 - \frac{1}{\gamma}$
147	alejándose de
148	$R\sqrt{\frac{8}{3}\pi GD}$
149	$\frac{L'}{\gamma}$
150	$\gamma\beta$
151	cierto
152	$K(x_2 - x_1)^n$
153	$\frac{D^2}{\sigma}$
154	$\gamma\beta M_0 c^2$
155	$\frac{c}{K}$
156	izquierda
157	$\frac{\beta}{c}$
158	1
159	10^{17}
160	1
161	b)
162	A
163	cierto
164	β^2
165	estado estacionario
166	primera potencia
167	$\frac{4}{3}\pi R^3 D$
168	contraído
169	$M_0{}^2 c^4$

Capítulo 12

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuestas
1	aumenta
2	2
3	2
4	e
5	cierto
6	9
7	$\frac{1}{2000}$
8	mínimo
9	falso
10	$\frac{hb}{c}$
11	5
12	la energía
13	falso
14	$\sqrt{3}$
15	$Ec_0 + w$
16	$\frac{P^2}{2m}$
17	falso
18	3σ
19	electrostática
20	átomos en la hoja
21	cero
22	$\frac{1}{4000}$
23	$N_a \frac{3\sigma}{A}$
24	9
25	a
26	Coulomb
27	falso
28	$\frac{hc}{E_t}$
29	c
30	cierto
31	horizontal
32	-5
33	$\frac{N\sigma}{A}$
34	1
35	las partículas alfa
36	hf
37	$\frac{\frac{1}{4}\pi Q^2 q^2}{(Ec)^2}$
38	2
39	-5
40	$\frac{N\sigma}{A}$
41	mayor que b
42	d
43	7
44	ninguno de éstos
45	$\frac{h}{\sqrt{2m\,Ec}}$
46	cierto
47	2
48	disminuye
49	$\frac{n\mathrm{A}}{N_a N}$
50	5
51	cierto
52	A
53	$\frac{2Ec}{q}\sqrt{\frac{\sigma}{\pi}}$
54	átomos
55	cierto
56	b
57	$\frac{E_t}{c^2}$
58	negativo
59	19
60	los fotones
61	mayor
62	5
63	d
64	cierto
65	4
66	cierto
67	Ze
68	12
69	b
70	$\sqrt{2mE_c}$
71	cierto
72	$\pi\left(\frac{Qq_2}{mv}\right)^2$
73	falso
74	cierto
75	9
76	$\frac{3\sigma}{A}$
77	361
78	$\frac{4(Ec)^2}{\pi q^2}$
79	intensidad
80	cierto
81	$\frac{Qq}{mv^2}$

Número Guía	Respuestas	Número Guía	Respuestas
82	a,e	95	3085 Å
83	1.8×10^{-32}	96	falso
84	$\frac{h^2}{2m\lambda}$	97	2
85	$E_t - w$	98	cierto
86	$\frac{N_a N\sigma}{A.}$	99	cierto
87	c	100	falso
88	cierto	101	3
89	c	102	b
90	$hf - E_{c\ máx}$	103	2.7^2
91	2	104	$\frac{hc}{E_t}$
92	más de 90°	105	19^2
93	3 veces	106	cierto
94	el número	107	3
		108	cierto
		109	$hf - w$

Capítulo 13

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuestas
1	$2R$
2	1
3	más
4	$\frac{4R}{N}$
5	cierto
6	c)
7	6
8	2
9	2
10	4
11	6
12	cierto
13	N^2
14	2.8
15	4
16	−13.6
17	$4R$
18	1.25
19	cero
20	cierto
21	$\frac{1}{2}$
22	la posición
23	2
24	$\frac{1}{9}$
25	b
26	8
27	falso
28	2
29	$\frac{h}{\sqrt{2mE_c}}$
30	$\frac{1}{2}$
31	falso
32	bajo
33	13.6
34	cierto
35	2
36	$\frac{1}{2}N$
37	4,0
38	el impulso angular
39	2
40	$\frac{hf}{c}$
41	6
42	cierto
43	menor
44	$-\frac{1}{2}$
45	1
46	1
47	$2R$
48	13.6
49	la longitud de onda
50	$2(2l + 1)$
51	Schroedinger
52	cero
53	$\frac{h}{p}$
54	$\frac{Ze^2}{R^2}$
55	1
56	cierto
57	mayor
58	a)
59	10
60	2
61	falso
62	2
63	$\frac{N^2h^2}{16mZe^2}$
64	$2l + 1$
65	15
66	menor
67	2

Número Guía	Respuestas	Número Guía	Respuestas
68	1	93	$\frac{h}{\lambda}$
69	b	94	Bohr
70	2	95	cierto
71	-13.6	96	10
72	2	97	$-\frac{1}{2}$
73	$\frac{h}{\lambda}$	98	cierto
74	derecho	99	8
75	$(a+b)$	100	$\frac{2L}{N}$
76	12	101	$\frac{h}{\sqrt{mZe^2}}$ R_{prom}
77	falso	102	λ
78	-1	103	14
79	2	104	$-l$
80	1	105	$-\frac{2\pi^2 mZ^2 e^4}{N^2 h^2}$
81	0.5	106	1
82	A	107	6
83	1	108	0
84	$\frac{1}{2}$	109	2
85	N	110	$\frac{1}{2}$
86	19		
87	8		
88	$\frac{h}{16mZe^2}$		
89	menor		
90	cierto		
91	la fuerza centrípeta		
92	13.6		

Capítulo 14

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuestas
1	5
2	funciones de trabajo
3	A a B
4	cierto
5	30,000
6	$hf - W$
7	molécula
8	2
9	3
10	liberan
11	2
12	1
13	2
14	1
15	-5
16	1
17	b
18	cierto
19	falso
20	$\frac{1}{256}$
21	covalente
22	A
23	$E_{c_0} + W$
24	cierto
25	2 ev
26	menor
27	8 ev
28	subirá
29	2
30	divide por
31	$\frac{1}{16}$
32	10^{-2}
33	alejará
34	funciones de trabajo
35	aumentará
36	$2 \times 13.6 + 4.48$
37	$15 - 13.6$
38	cierto
39	a
40	4.3×10^{12}
41	B
42	2
43	cero
44	2
45	3
46	cierto
47	1
48	1
49	falso
50	cierto
51	$\frac{3}{2}$
52	5
53	ninguna de las dos
54	$a - 4kT$
55	2
56	negativo
57	cinética máxima
58	B
59	negativa
60	cierto
61	7
62	$\frac{1}{4}$
63	negativo
64	$hf - E_{c\text{-}máx}$
65	al cuadrado
66	b)
67	5
68	4.48
69	disminuirá
70	$\frac{h^2}{2m\lambda^2}$
71	cierto
72	C
73	$4.48 \times 1.6 \times 10^{-12}$
74	2
75	$\frac{1}{64}$
76	aumentará
77	cierto
78	falso
80	cinética aumenta a infinito

Capítulo 15

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuestas
1	cierto
2	cierto
3	A
4	$\frac{1}{4}\lambda$
5	$\frac{1}{\sqrt[3]{2}}$
6	He^4
7	$\frac{N_a\sigma}{a}$
8	disminuirá
9	cierto
10	falso
11	cierto
12	B
13	3.0×10^{-13}
14	$\frac{1}{2}$
15	29
16	$\frac{1}{2}$
17	1
18	$\frac{(N-N')a}{NN_a}$
19	cierto
20	mayor
21	$-2\frac{1}{4}$
22	cierto
23	cierto
24	50
25	tritio
26	aumentará
27	$\frac{M}{A}$
28	cierto
29	20
30	$(N')^2$
31	5000
32	menor que
33	número de masa
34	6.25
35	cierto
36	20
37	$\frac{83}{30 \times 1.6 \times 10^{-12}}$
	cierto
39	1.6×10^{-14}
40	$\frac{1}{4}$
	falso
42	neutrones
43	aumentará
44	70
45	3×10^6
46	$\frac{NN_a\sigma}{a}$
47	más pesado
48	débil
49	cierto
50	Fe
51	10
52	0.2
53	6
54	cierto
55	$\frac{1}{2}$
56	5.2
57	cierto
58	10
59	R
60	20
61	29
62	cierto
63	0.2
64	cierto
65	cierto
66	cierto
67	4×10^{-4}
68	10
69	830
70	10
71	$\frac{1}{2}$
72	3
73	aumenta
74	10
75	4.0
76	cierto
77	4.8×10^{-10}
78	cierto
79	36
80	250
81	más
82	falso
83	falso
84	930
85	10
86	110
87	200
88	2×10^{-8}
89	45
90	2
91	falso

Capítulo 16

Hoja de respuestas

Número Guía	Respuestas	Número Guía	Respuestas	Número Guía	Respuestas
1	1	40	prohibida	79	1
2	1	41	leptones	80	antiparalela
3	cierto	42	cierto	81	puede
4	carga	43	débil	82	ν_μ
5	−1	44	leptón	83	débil
6	leptón	45	1	84	1
7	falso	46	cierto	85	2
8	γ, ν, e, P	47	positiva	86	cierto
9	energía	48	ν	87	sí
10	permitida	49	0	88	en sentido contrario
11	cierto	50	cierto	89	fuerte
12	permitida	51	cierto	90	débil
13	el mismo	52	electromagnética	91	cierto
14	−1	53	antineutrino	92	antineutrino
15	positivo	54	leptón	93	falso
16	partículas pesadas	55	$\bar{\nu}_e$	94	no puede
17	prohibida	56	falso	95	permitida
18	−1	57	no puede	96	$P,N,\Lambda,\Sigma,\Xi,\Omega$
19	derecha	58	−1	97	nuclear
20	antilambda	59	mesón	98	3
21	cierto	60	fuerte	99	en sentido contrario
22	prohibida	61	ambos miembros	100	la misma dirección
23	partículas pesadas	62	no	101	cierto
24	cierto	63	hiperón	102	arriba
25	mesón	64	izquierdo	103	nuclear
26	−1	65	ν_e	104	antiparalela
27	ν_e	66	si	105	falso
28	derecho	67	ν, e, μ	106	sí
29	hiperón	68	débil	107	izquierdo
30	neutrones	69	puede	108	cierto
31	2	70	falso	109	arriba
32	$\pi, K,P,N,\Lambda,\Sigma,\Xi,\Omega$	71	no puede	110	débil
33	cierto	72	no	111	nuclear
34	hiperón	73	2	112	sí
35	norte	74	−1	113	$\bar{\nu}_\mu$
36	puede	75	cierto	114	electromagnética
37	carga	76	leptones	115	en sentido contrario
38	$K,\Lambda,\Sigma,\Xi,\Omega$	77	sentido opuesto	116	cierto
39	fuerte	78	electromagnética		

ESTA OBRA SE TERMINO DE IMPRIMIR EL DIA 15 DE MAYO DE 1971, EN LOS TALLERES DE LITHO OFFSET VICTORIA, S.A., GERANIO 284, MEXICO 4, D.F. LA COMPOSICION ESTUVO A CARGO DE DISEÑO Y COMPOSICION LITOGRAFICA, S.A., BLVD. M. AVILA CAMACHO 40-316, NAUCALPAN DE JUAREZ, EDO. DE MEXICO. LA EDICION CONSTA DE 4,000 EJEMPLARES MAS SOBRANTES PARA REPOSICION

TL-90

IMPORTADOR ALAMEX
n.º de Registro 320

Versión autorizada de la edición publicada
en inglés por John Wiley & Sons, bajo el título
PROGRAMMED MANUAL OF COLLEGE PHYSICS
©1968 by John Wiley & Sons, Inc.

Versión española:

GUILLERMO AGUILAR SAHAGUN
Maestría en Ciencias en Física de la
Universidad Nacional Autónoma de México
Profesor de Física General de la Facultad de Ciencias
e Investigador del Instituto de Física,
Universidad Nacional Autónoma de México.

RAUL GOMEZ GONZALEZ
Físico de la Universidad Nacional Autónoma de México,
Profesor de Física General y Mecánica y Jefe de los
Laboratorios de Física de la Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional Autónoma de México.

Revisión:

DR. FRANCISCO MEDINA NICOLAU
Investigador del Instituto de Física de la
Universidad Nacional Autónoma de México.
Asesor Técnico de la Comisión Nacional de Energía Nuclear.

Derechos reservados en lengua española:

©1971, EDITORIAL LIMUSA-WILEY, S.A.
Arcos de Belem Núm. 75. México 1, D.F.
Miembro de la Cámara Nacional de la
Industria Editorial, Registro Núm. 121

Primera edición: 1971

Impreso en México
(401)

FISICA FUNDAMENTAL
Segunda Edición
Jay Orear

Este libro, bella y abundantemente ilustrado, pone al alcance del lector los conocimientos básicos de Física, indispensables para comprender los problemas actuales de esta ciencia. Además de su enfoque moderno, el libro se destaca por una exposición fácil, poco común en obras de tan alto nivel científico. Debido a estas cualidades, desde que apareció la primera edición, tuvo un éxito notable. Esta segunda edición, con las innovaciones que le hizo el autor, resulta positivamente, uno de los textos introductorios de Física más completo, moderno y didáctico que se haya publicado en la actualidad.

La característica más sobresaliente de la nueva edición es el sistema de enseñanza autodidáctica que permite al lector cerciorarse de haber comprendido o no el material recién estudiado. Además, da una explicación más elaborada en términos de mecánica cuántica respecto a la estructura atómica, teoría de metales, estructura nuclear, difracción por dispersión, semiconductores, hibridización, lasers, radiactividad y otros temas de gran importancia.

Constituye un magnífico libro de texto para el curso de Física que se imparte en escuelas preparatorias, vocacionales y técnicas. También es una obra muy útil para el curso de introducción del primer año de nivel profesional, en las diversas carreras de ciencia e ingeniería.

EJEMPLAR Nº 3142

He aquí un estupendo libro de trabajo para los cursos introductorios de Física, que se basa en la gran experiencia didáctica del autor y emplea los recursos más eficaces, desarrollados en el campo de la instrucción programada.

Su objetivo principal es familiarizar a los estudiantes con los principios de la Física, aplicándolos a la solución de problemas. El manual se preparó como libro de trabajo para el curso de FISICA FUNDAMENTAL, del mismo autor, mas éste hubo de imprimirle tal consistencia que puede usarse, ventajosamente, como suplemento de cualquier texto de nivel similar. Abarca los temas de la mecánica clásica, electricidad y sus aplicaciones más importantes. Sin emplear mucho las matemáticas, proporciona los conocimientos de relatividad y teoría cuántica, indispensables para el estudio de la física moderna. Otros capítulos presentan problemas de la teoría atómica, estructura de la materia, física nuclear y partículas físicas. Cada capítulo forma una unidad completa y contiene ejercicios que obligan a reflexionar, aclaran conceptos y refuerzan los conocimientos; las preguntas de repaso proporcionan al estudiante la prueba definitiva de que ha dominado la materia.

Es un libro muy útil para los estudiantes de escuelas preparatorias, vocacionales y técnicas, así como para los que inician el estudio de Física a nivel profesional.